

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**KARINA GONÇALVES MORITA  
RAFAELA RAIANE DOS SANTOS  
TAYNARA GRAÇA CONTATO  
YASMIN BIRCE CESTARI**

**INDÚSTRIA NACIONAL DE BEBIDAS FRUTADAS (I.N.B.F.)**

**APUCARANA**

**2023**

**KARINA GONÇALVES MORITA  
RAFAELA RAIANE DOS SANTOS  
TAYNARA GRAÇA CONTATO  
YASMIN BIRCE CESTARI**

**INDÚSTRIA NACIONAL DE BEBIDAS FRUTADAS (I.N.B.F.)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Fernando Alves da Silva  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra<sup>a</sup>. Maráisa Lopes de Menezes

**APUCARANA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Essa licença permite regime, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC**

**INDÚSTRIA NACIONAL DE BEBIDAS FRUTADAS (I.N.B.F.)**

Por

KARINA GONÇALVES MORITA

RAFAELA RAIANE DOS SANTOS

TAYNARA GRAÇA CONTATO

YASMIN BIRCE CESTARI

Monografia apresentada às 16 horas e 30 minutos do dia 14 de junho de 2023 como requisito parcial para conclusão do Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. <sup>a</sup> Fernanda Cavicchioli Zola, D. Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Membro
Prof. Rafael Oliveira Defendi, D. Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Membro
Prof. Fernando Alves da Silva, D. Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Orientador



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **FERNANDO ALVES DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 27/06/2023, às 14:13, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **RAFAEL OLIVEIRA DEFENDI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 27/06/2023, às 14:58, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **FERNANDA CAVICCHIOLI ZOLA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 27/06/2023, às 16:57, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) [https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador (informing the verification code) **3533010** e o código CRC (and the CRC code) **0CDCAE8A**.

## RESUMO

No presente trabalho é apresentada a I.N.B.F.: Indústria Nacional de Bebidas Frutadas. A procura por uma alimentação mais saudável, gerou uma alta demanda nos últimos tempos por bebidas de maior qualidade, principalmente, após a pandemia e, diante deste cenário o mercado de sucos e a busca por bebidas mais naturais vem crescendo consideravelmente. Com uma taxa de crescimento de cerca de 10% ao ano, a indústria de sucos vem ganhando força e favorecendo o desenvolvimento de novas empresas no ramo. Desse modo, a I.N.B.F. surge como uma indústria de grande porte, na qual sua produção será de sucos naturais, néctar e bebida fermentada, pensada para pessoas que possuem intolerâncias e alergias. A partir de cálculos de balanços de massas e energia, a produção estimada de suco será de 71.896,51 litros por hora, distribuídos entre as frutas de laranja, limão e maçã, abrangendo uma distribuição em todo o território nacional, sendo que, o investimento necessário para que este projeto se torne possível será retornado após 2 anos de operação da fábrica. Visando ser uma empresa sustentável, a I.N.B.F. implementa em seu processo a integração energética e se responsabilizará pelo tratamento de seus resíduos, com melhoria contínua, os quais são divididos em sólidos com impurezas, provenientes da indústria e efluentes líquidos.

Palavras-chave: Suco natural, fermentado, saudável, indústria.

## **ABSTRACT**

In this present work, the I.N.B.F.: Indústria Nacional de Bebidas Frutadas is presented. The search for a healthier diet has generated a high demand in recent times for higher quality drinks, especially after the pandemic and, given this scenario, the juice market and the search for more natural drinks has been growing considerably. With a growth rate of around 10% per year, the juice industry has been gaining strength and favoring the development of new companies in the field. In this way, I.N.B.F emerges as a large-scale industry, in which its production will be natural juices, nectar and fermented drink, designed for people with intolerances and allergies. Based on mass and energy balance calculations, the estimated juice production will be 71,896.51 liters per hour, distributed among orange, lemon and apple fruits, covering distribution throughout the national territory. And the investment necessary for this project to become possible will be returned after 2 years of factory operation. Aiming to be a sustainable company, I.N.B.F. implements energy integration in its process and will be responsible for the treatment of its waste, with continuous improvement. which are divided into solids with impurities, from industry and liquid effluents.

Keywords: Natural juice, fermented, healthy, industry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Projeção do mercado de néctares e sucos.....	18
Figura 2 - Consumo de néctares e sucos por habitante.....	19
Figura 3 - Projeção do consumo de iogurtes e fermentados.....	20
Figura 4 - Logotipo da empresa.....	22
Figura 5 - Mapa regional de Limeira.....	24
Figura 6 - Mapa das cidades fornecedoras.....	25
Figura 7 - Localização da I.N.B.F.....	25
Figura 8 - Organograma da Empresa I.N.B.F.....	27
Figura 9 - Fluxograma de processo da I.N.B.F.....	28
Figura 10 - Esquema de unidade de pasteurização.....	32
Figura 11 - Fluxograma do processo e suas correntes.....	39
Figura 12 - Volume de controle da seleção da laranja.....	40
Figura 13 - Volume de controle da lavagem da laranja.....	42
Figura 14 - Volume de controle da extração da laranja.....	44
Figura 15 - Volume de controle do <i>finisher</i> da laranja.....	45
Figura 16 - Volume de controle da centrifugação da laranja.....	47
Figura 17 - Volume de controle da pasteurização da laranja.....	48
Figura 18 - Volume de controle da mistura da laranja.....	49
Figura 19 - Volume de controle da mistura do néctar da laranja.....	51
Figura 20 - Fermentação do suco de laranja.....	52
Figura 21 - Volume de controle da seleção da maçã.....	55
Figura 22 - Volume de controle da lavagem das maçãs.....	56
Figura 23 - Volume de controle da extração da maçã.....	58
Figura 24 - Volume de controle do <i>finisher</i> da maçã.....	59
Figura 25 - Volume de controle da centrifugação da maçã.....	60
Figura 26 - Volume de controle da pasteurização da maçã.....	62
Figura 27 - Volume de controle da mistura da maçã.....	63
Figura 28 - Volume de controle da mistura do néctar da maçã.....	65
Figura 29 - Fermentação suco de maçã.....	66
Figura 30 - Volume de controle da seleção dos limões.....	69
Figura 31 - Volume de controle da lavagem dos limões.....	70
Figura 32 - Volume de controle da extração do limão.....	72
Figura 33 - Volume de controle do <i>finisher</i> do limão.....	73
Figura 34 - Volume de controle da centrifugação do limão.....	74
Figura 35 - Volume de controle da pasteurização do limão.....	75
Figura 36 - Volume de controle da mistura do limão.....	76
Figura 37 - Volume de controle da mistura de néctar de limão.....	78
Figura 38 - Integração energética para o suco de laranja.....	82
Figura 39 - Integração energética para o suco de limão.....	83
Figura 40 - Integração energética para o suco de maçã.....	83
Figura 41 - Diagrama de blocos para a caldeira.....	84
Figura 42 - Diagrama de blocos para o processo de resfriamento.....	86
Figura 43 - Silo apropriado para frutas.....	88
Figura 44 - Pré rotor de seis facas.....	89
Figura 45 - Finisher de pás.....	89
Figura 46 - Centrífugas separadoras.....	90
Figura 47 - Trocador de calor de placas semi-soldado.....	91

<b>Figura 48 - Prédio 1 .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 49 - Prédio 2 .....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 50 - <i>Layout</i> linha .....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 51 - Fluxo de Caixa da I.N.B.F. ....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 52 - Payback da Empresa .....</b>	<b>107</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes e suas propriedades (laranja) .....	40
Tabela 2 - Vazões mássicas da seleção da laranja .....	41
Tabela 3 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 1, 2 e 3...42	
Tabela 4 - Vazões mássicas da lavagem da laranja .....	43
Tabela 5 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 3, 4, 5 e 6 .....	43
Tabela 6 - Vazões mássicas da extração da laranja.....	44
Tabela 7 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 6, 7 e 8...45	
Tabela 8 - Vazões mássicas do <i>finisher</i> da laranja .....	46
Tabela 9 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 8, 9 e 10.46	
Tabela 10 - Vazões mássicas da centrífuga da laranja .....	47
Tabela 11 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 10, 11 e 12 .....	48
Tabela 12 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 12 e 13.49	
Tabela 13 - Vazões mássicas da mistura de laranja.....	50
Tabela 14 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 13, 14 e 15 .....	50
Tabela 15 - Vazões mássicas do néctar de laranja.....	51
Tabela 16 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17 .....	51
Tabela 17 - Vazões mássicas da fermentação do suco de laranja.....	53
Tabela 18 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17 .....	54
Tabela 19 - Componentes e suas propriedades (maçã).....	54
Tabela 20 - Vazões mássicas do processo de seleção das maçãs.....	55
Tabela 21 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 1, 2 e 3 (maçã).....	56
Tabela 22 - Vazões mássicas da lavagem das maçãs.....	57
Tabela 23 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 3, 4, 5 e 6 (maçã).....	57
Tabela 24 - Vazões mássicas da extração da maçã .....	58
Tabela 25 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 6, 7 e 8 (Maçã).....	59
Tabela 26 - Vazões mássicas do <i>finisher</i> da maçã.....	60
Tabela 27 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 8, 9 e 10 (Maçã).....	60
Tabela 28 - Vazões mássicas da centrífuga da maçã.....	61
Tabela 29 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 10, 11 e 12 (Maçã).....	61
Tabela 30 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 12 e 13 (Maçã).....	62
Tabela 31 - Vazões mássicas da mistura de maçã .....	63
Tabela 32 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 13, 14 e 15 (Maçã).....	64
Tabela 33 - Vazões mássicas do néctar de maçã .....	65
Tabela 34 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17 (Maçã).....	66

Tabela 35 - Vazões mássicas do fermentado do suco de maçã.....	67
Tabela 36 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.3, 18, 19.1 e 19.2 (Maçã) .....	68
Tabela 37 - Componentes e suas propriedades (limão) .....	68
Tabela 38 - Vazões mássicas da seleção dos limões .....	69
Tabela 39 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 1, 2 e 3 (limão) .....	70
Tabela 40 - Vazões mássicas da lavagem dos limões .....	71
Tabela 41 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 3, 4, 5 e 6 (limão) .....	71
Tabela 42 - Vazões mássicas da extração do limão.....	72
Tabela 43 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 6, 7 e 8 (Limão) .....	73
Tabela 44 - Vazões mássicas do finisher do limão .....	73
Tabela 45 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 8, 9 e 10 (Limão) .....	74
Tabela 46 - Vazões mássicas da centrífuga do limão .....	75
Tabela 47 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 10, 11 e 12 (Limão) .....	75
Tabela 48 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 12 e 13 (Limão) .....	76
Tabela 49 - Vazões mássicas da mistura de limão.....	77
Tabela 50 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 13, 14 e 15 (Limão) .....	77
Tabela 51 - Vazões mássicas do Néctar de limão .....	78
Tabela 52 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17 (Limão) .....	79
Tabela 53 - Quantidade específica por intervalo para a laranja .....	81
Tabela 54 - Quantidade específica por intervalo para o limão .....	81
Tabela 55 - Quantidade específica por intervalo para a maçã.....	81
Tabela 56 - Cascata de energia .....	82
Tabela 57 - Valores de pressão, temperatura, vazão mássica e entalpia das correntes 1 e 2.....	84
Tabela 58 - Valores de temperatura, pressão, vazão mássica e entalpia das correntes 3.....	85
Tabela 59 - Dados e valores da etapa de resfriamento .....	87
Tabela 60 - Custos pré-operacionais.....	96
Tabela 61 - Equipamentos para a laranja .....	97
Tabela 62 - Equipamentos para a maçã .....	97
Tabela 63 - Equipamentos para a limão .....	98
Tabela 64 - Custos totais finais dos equipamentos .....	99
Tabela 65 - Gastos de energia elétrica .....	100
Tabela 66 - Quantidade entrada e preço por kg.....	101
Tabela 67 - Custos diários, mensais e anuais .....	101
Tabela 68 - Quantidade de água em litros.....	101
Tabela 69 - Custo poço artesiano .....	102
Tabela 70 - Custos para o cavaco.....	102
Tabela 71 - Venda por ano.....	103
Tabela 72 -Custo de venda por ano dos sucos e sub produtos.....	103
Tabela 73 - Custo de venda subproduto .....	104

<b>Tabela 74 - Custo de venda por ano subproduto .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabela 75 - Depreciação anual .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabela 76 - Custos Financeiros ao longo dos anos .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabela 77 - Base de cálculo financeiro.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabela 78 - Base de cálculo financeiro.....</b>	<b>118</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABLV	Associação Brasileira da Indústria de Lácteos Longa Vida
ABIR	Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerante e de Bebidas não Alcoólicas
ANAD	Associação Nacional de Atenção ao Diabetes
Av.	Avenida
B2B	<i>Business-to-Business</i>
CAGR	Taxa de Crescimento Anual composta
GEPLAN	Gestão Planejada para o Desenvolvimento
IL	Intolerância à Lactose
I.N.B.F.	Indústria Nacional de Bebidas Frutadas
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis
<i>L. Casei</i>	<i>Lactobacillus casei</i>
LC	Lei complementar
RH	Recursos humanos
SP	São Paulo
TI	Tecnologia da informação
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

US\$	Dólar
%	Porcentagem
R\$	Real
km	Quilômetro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
°C	Grau Celsius
n°	Número
UFC/mL	Unidades formadoras de colônias em mililitros
pH	Potencial hidrogeniônico
kg	Quilograma
g	Gramma
L	Litros
L/h	Litros por hora
kg/h	Quilogramas por hora

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	CONTEXTO HISTÓRICO.....	14
2.1	História dos Sucos e Fermentados no Mundo.....	14
2.2	História dos Sucos e dos Fermentados no Brasil .....	14
3	ANÁLISE DE MERCADO .....	16
3.1	Consumidor .....	16
3.2	Mercado Externo .....	16
3.3	Mercado Interno.....	17
4	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	21
4.1	Missão, Visão e Valores .....	22
4.2	Local de Implementação .....	23
4.3	Incentivos Fiscais.....	26
4.4	Estrutura Organizacional .....	26
5	DESCRIÇÃO DO PROCESSO .....	28
5.1	Recepção da Matéria-Prima.....	29
5.2	Seleção.....	29
5.3	Armazenamento.....	29
5.4	Lavagem .....	29
5.5	Extração do Suco .....	30
5.6	<i>Finisher</i> .....	30
5.7	Centrifugação .....	31
5.8	Pasteurização .....	31
5.9	Mistura.....	33
5.10	Fermentação .....	34
5.11	Armazenamento.....	35
6	TRATAMENTO DE RESÍDUOS.....	36
7	BALANÇO MATERIAL E ENERGÉTICO DO PROCESSO .....	38
7.1	Balanço Material e Energético do Processo do Suco Integral, Néctar e Fermentado de Laranja .....	40
7.2	Balanço Material e Energético do Processo do Suco Integral, Néctar e Fermentado de Maçã.....	54
7.3	Balanço Material e Energético do Processo do Suco Integral e Néctar de Limão 68	
8	INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA.....	80

8.1	Caldeira .....	84
8.2	Refrigeração.....	86
9	DIAGRAMA PFD.....	86
9.1	Diagrama para os sucos de laranja e maçã .....	86
9.2	Diagrama para o suco de limão.....	87
10	DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS.....	88
10.1	Armanejamento inicial .....	88
10.2	Extratora.....	89
10.3	<i>Finisher</i> .....	89
10.4	Centrífuga .....	90
10.5	Pasteurização .....	90
10.6	Tanques.....	91
11	LAYOUT.....	92
12	ANÁLISE FINANCEIRA.....	95
12.1	Investimentos fixos .....	95
12.1.1	Pré-operacionais .....	96
12.1.2	Equipamentos.....	96
12.1.3	Folha de pagamento.....	99
12.2	Despesas variáveis .....	100
12.2.1	Energia elétrica.....	100
12.2.2	Matéria-prima .....	100
12.2.3	Água e Cavaco .....	101
12.2.4	Venda .....	102
12.2.5	Subproduto.....	103
12.3	Depreciação .....	104
12.4	Capital de Giro .....	105
12.5	Custo Financeiro .....	105
12.6	Taxa Interna de Retorno .....	106
12.7	Payback.....	107
12.8	Ponto de Equilíbrio.....	108
13	CONCLUSÃO .....	109
	REFERÊNCIAS.....	110

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por uma forma de vida mais saudável e qualidade na alimentação, é notada pelo comportamento de uma população. Desde o ano de 2020, houve um aumento na procura por alimentos mais naturais, nos quais, as indústrias alimentares estão explorando como uma ótima oportunidade de extensão, moldando-se aos desejos dos consumidores (MACHADO, 2020).

É necessário considerar também, o aumento de casos de adultos e crianças alérgicas a corantes e conservantes artificiais encontrados em alimentos prontos, e com isso, foi intensificada a busca nos mercados por sucos naturais, que são importantes aliados contra alergias e intolerâncias alimentares (CLÍNICA MONPETIT, 2016).

Segundo Leonel (2018), os sucos naturais de frutas, são fontes de fibras e vitaminas, possuindo benefícios que contribuem para a hidratação do corpo, auxiliando no processo digestivo e na melhora do funcionamento intestinal. Por conter minerais e vitaminas, podem regular a oxigenação e o metabolismo no organismo.

Já os probióticos são micro-organismos benéficos e, em determinadas quantidades, podem fortalecer a defesa do organismo para a prevenção de doenças inflamatórias e infecciosas. Também podem ser encontrados naturalmente em alguns alimentos ou em suplementos, como cápsulas e sachês (ZANIN, 2022).

Com o grande consumo de bebidas não alcoólicas, os considerados sucos prontos naturais ou probióticos, apresentam um alto crescimento de vendas no mercado, por dispor de bons valores nutricionais e terem rápido preparo (FERREIRA; ALCÂNTARA, 2013).

Neste contexto, este trabalho visa apresentar o projeto de instalação de uma indústria nacional sustentável de bebidas não alcoólicas frutadas, das quais, parte possui funções probióticas, de modo a colaborar no mercado brasileiro e oferecer aos consumidores produtos de qualidade, mediante uma descrição do processo e tratamento de todos os efluentes provenientes do mesmo. Da mesma maneira, o comportamento e crescimento do setor e suas características também serão abordados.



## **2 CONTEXTO HISTÓRICO**

### **2.1 História dos Sucos e Fermentados no Mundo**

O ser humano tem extraído e consumido suco das frutas há milênios, mas essas bebidas só começaram a ser amplamente apreciadas quando suas características nutricionais foram reconhecidas no período das grandes navegações, entre os séculos XVI e XVIII, quando se tornaram grandes aliados dos navegadores, que utilizavam o extraído dos frutos cítricos para combater o escorbuto, doença proveniente da falta de vitamina C, que estava devastando tripulações (RODRIGUES, 2013).

A partir do começo do século XX, depois do surgimento de tecnologias de resfriamento e congelamento e da criação, nos Estados Unidos, da máquina de espremer, foi que se popularizou o consumo de sucos naturais, principalmente da laranja, tornando-se hábitos nos lares americanos beber o derivado no café da manhã (RIBEIRO, 1992).

As frutas servem de base para inúmeros produtos, inclusive bebidas probióticas e fermentadas, que tiveram seu aumento de popularização na década de 1980 no Japão e em 1990 na Europa, quando suas particularidades benéficas à saúde foram extensamente propagadas (BINNS, 2013a).

### **2.2 História dos Sucos e dos Fermentados no Brasil**

Registros comprovam o hábito de ingerir o líquido das frutas entre os indígenas, costume que se intensificou com a chegada dos portugueses, trazendo mais variedades e novos sabores (ABIR, 2020). Em meados de 1530, o governo português dividiu suas terras em capitanias, e naquele momento surgiram as primeiras grandes produções de frutas, se destacando a laranja e o limão, com mudas provenientes da Espanha (CROPLIFE BRASIL, 2020).

Mas foi a partir de 1999, com o avanço tecnológico, que se possibilitou o transporte a longas distâncias e a granel, que o suco pronto para beber teve sua disseminação alavancada, elevando a demanda e fomentando o surgimento de novas empresas processadoras (ABIR, 2020a).

Nos dias de hoje, os produtos originários de frutas têm aumentado seu mercado e abrangendo uma nova parcela de consumidores. O país detém o título de maior produtor de laranja do mundo e um dos maiores produtores e exportadores de

frutas e derivados. Com a industrialização e o avanço das tecnologias, teve-se um crescimento nacional na procura de bebidas prontas para beber, devido à praticidade, tornando-se um dos maiores influenciadores para compra (ABIR, 2020b).

Entre as bebidas frutadas, encontram-se os fermentados de frutas. As bebidas probióticas caíram no gosto popular no fim dos anos 1990, com sua base sendo constituída de leite. Desde então pesquisas foram desenvolvidas, até se chegar a produtos livres de lácteos e provenientes exclusivamente de frutas, sendo benéficos para a saúde e possuindo grande carga nutricional, tornando-se uma alternativa para intolerantes à lactose e veganos (BINNS, 2013b).

### 3 ANÁLISE DE MERCADO

O mercado de bebidas de frutas no Brasil tem como principal objetivo desenvolver produtos saborosos, nutritivos e funcionais (ABIR, 2022c). O consumidor é o fator principal para esta demanda, pois busca por bebidas mais naturais, saudáveis e com ingredientes que fazem bem à saúde (INVESTSP, 2021a).

#### 3.1 Consumidor

A ambição por uma vida saudável representa o comportamento da população. O desejo por algo mais semelhante aos alimentos naturais tornou-se uma verdadeira exigência do consumidor, e influenciando as indústrias alimentícias a reformularem seus produtos (CARMO *et al.*, 2015a).

O mercado brasileiro se dispôs a aderir às exigências do consumo de bebidas saudáveis e refrescantes. O suco de frutas pronto para consumo atende as condições de bebida natural e fornece um produto com altíssimas vantagens nutricionais (CARMO *et al.*, 2015b).

O mercado de bebidas saudáveis oferece um enorme potencial para ser examinado entre pessoas de todas as idades, que cada vez mais buscam por um estilo de vida mais saudável (CARMO *et al.*, 2015c).

#### 3.2 Mercado Externo

O mercado global de sucos de frutas foi estimado em US\$ 131,62 bilhões no ano de 2021 e neste ano, 2022, deve chegar a US\$ 138,54 bilhões e espera-se uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 6,3% entre os anos de 2022 a 2030, podendo atingir US\$ 228,96 bilhões de faturamento (GRAND VIEW SEARCH, 2021a).

Este total é composto por: sucos de frutas, misturas de frutas e vegetais e sucos de vegetais, sendo o suco de frutas o responsável pela maior parte da receita global, 61,2%, ou seja, US\$ 80,55 bilhões (GRAND VIEW SEARCH, 2021b). Os sucos de frutas englobam frutas cítricas e tropicais.

Observando tais dados, nota-se que este mercado é altamente competitivo e existem indústrias nacionais e internacionais que tomam conta da demanda mundial de sucos. Porém, esta área está em constante crescimento e oferece oportunidades para várias empresas. Segundo o Mordor Intelligence (2021) existem cinco empresas que lideram o mercado mundial de suco de frutas.

Além do mercado de sucos naturais, no ano de 2019 o mercado de bebidas probióticas foi avaliado em US\$ 16,65 bilhões e deve atingir um CAGR de 6,1% entre os anos de 2020 a 2027, e um faturamento de US\$ 21,95 bilhões. Esse aumento tem como causa um maior apreço do consumidor por bebidas que oferecem um bem-estar intestinal (GRAND VIEW SEARCH, 2019d).

Um estudo feito pela TetraPak registrou um consumo global de leite fermentado de 11,7 bilhões de litros no ano de 2020 e estimou-se que haja um crescimento de 1,8% entre os anos de 2020 e 2023. A maior indústria de leite fermentados do mundo registrou no ano de 2015, um consumo diário da bebida por 30 milhões de pessoas em 33 países (REVISTA LATICÍNIOS, 2015).

Assim, como o mercado de bebidas de frutas, o de bebidas probióticas é bastante competitivo também, e existem somente dez empresas que lideram o mercado mundial (GRAND VIEW RESEARCH, 2019e).

### **3.3 Mercado Interno**

No Brasil a indústria de bebidas não-alcoólicas registrou uma receita de R\$ 137 bilhões no ano de 2019, sendo o refrigerante dono de 71,6% desse faturamento (VIANA, 2020).

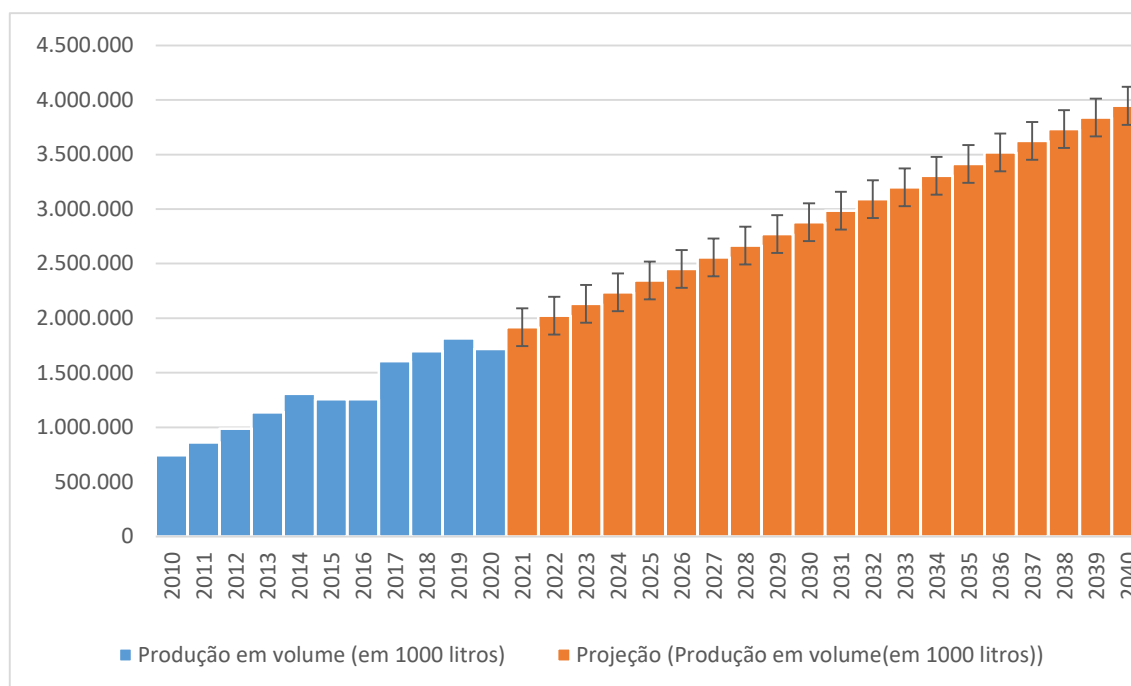
Entretanto, essa porcentagem está diminuindo pela consequência do aumento da procura de bebidas naturais. O Brasil é número cinco no *ranking* de alimentos saudáveis. Já na indústria de sucos, ocupa o décimo primeiro lugar, e esta área possui uma taxa de crescimento de 10% ao ano. Esta ampliação do mercado de sucos favorece principalmente empresas novas aspirantes à alimentação saudável (FOOD CONNECTION, 2017).

Estudos realizados pela Nielsen relatam que o setor de sucos naturais apresenta 30% do faturamento anual do mercado (REVISTA NUTRIONLINE, 2021). As condições dessas bebidas são: 100% suco de frutas, sem açúcares ou conservantes. Estes dados estão relacionados aos hábitos saudáveis dos consumidores. A consultoria Kantar calculou que no ano de 2021 a produção de sucos naturais atingiu 2,6 bilhões de litros (INVESTSP, 2021b).

Uma pesquisa realizada pela Euromonitor indica que o comércio de bebidas orgânicas cresceu 8,6% no Brasil no ano de 2015, ou seja, a cima da média global.

A Figura 1 apresenta a perspectiva do mercado de sucos, considerando uma projeção para o ano de 2040.

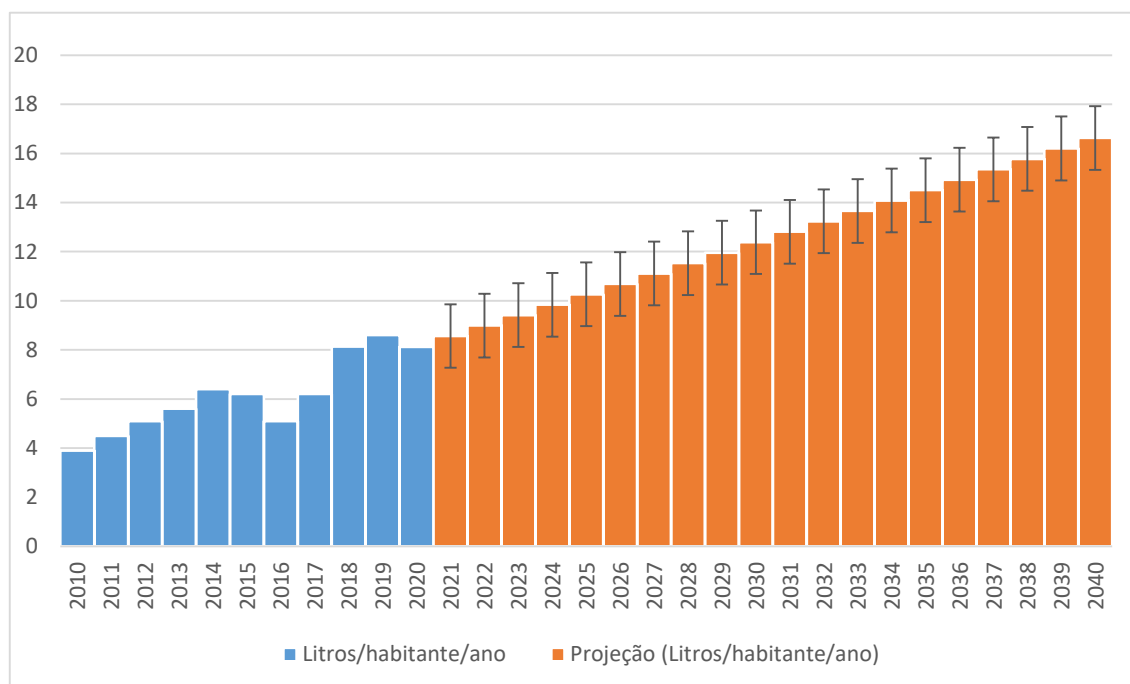
**Figura 1 - Projeção do mercado de néctares e sucos**



**Fonte: Adaptado da ABIR (2020)**

De acordo com a Figura 1, estima-se que a produção de bebidas naturais em 2040 será de 3,9 bilhões de litros, mesmo que em 2015 e 2016 a produção diminuiu, ainda há uma perspectiva de crescimento para essa indústria alimentícia.

A Figura 2 apresenta uma projeção do consumo de néctares e sucos por habitantes até o ano de 2040.

**Figura 2 - Consumo de néctares e sucos por habitante**

**Fonte: Adaptado da ABIR (2020)**

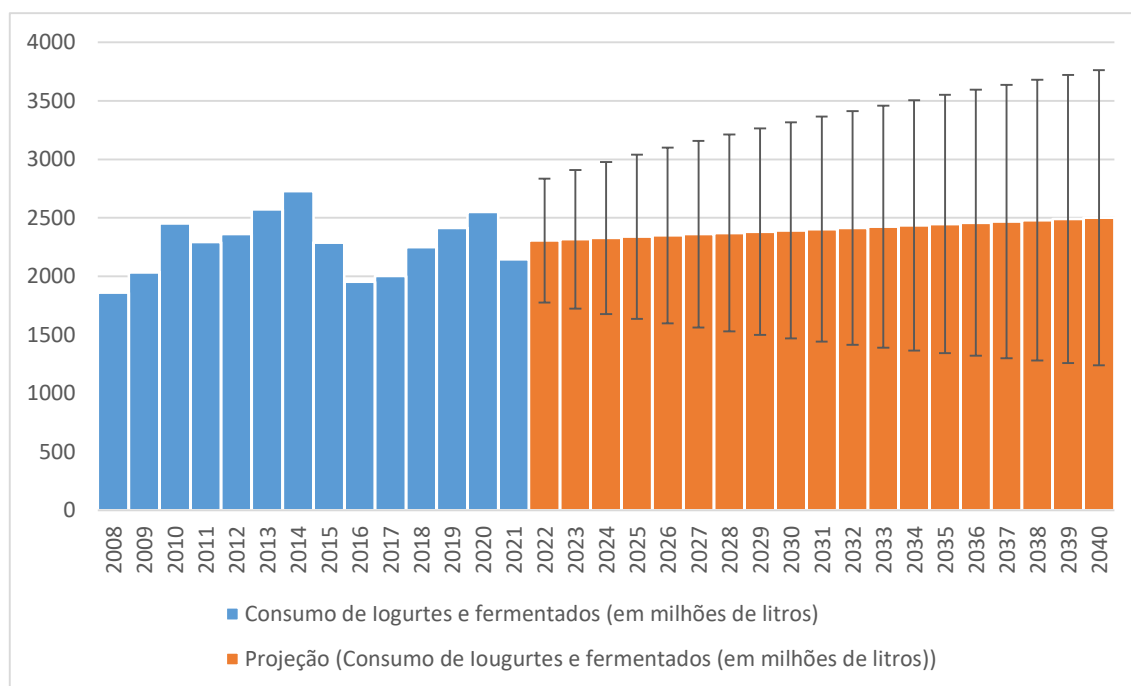
O aumento da produção está diretamente relacionado ao aumento do consumo de bebidas de frutas pelo brasileiro. E esta tendência tende a aumentar a cada ano, podendo atingir um consumo médio por habitantes por ano de 16,6 litros. Com isso, pode-se notar a ascensão do mercado de bebidas naturais no Brasil justamente pelo fato do brasileiro estar mais preocupado com a saúde e seu bem-estar.

Referente às bebidas fermentadas probióticas a maior empresa de bebidas fermentadas do mundo possui duas unidades no Brasil e um faturamento anual de US\$ 3 bilhões (FOLHA DE SÃO PAULO, 1999). O Brasil é a sétima unidade mais importante da marca e produz diariamente 2,1 milhões de frascos da bebida fermentada (CIÊNCIA DO LEITE, 2015).

A Figura 3 retrata o consumo de iogurte e leite fermentado no Brasil, e nota-se que entre os anos de 2008 a 2021, cujo o estudo foi feito, não houve um aumento significativo nesta área. Sendo assim, a projeção segue o mesmo ritmo, obtendo uma variação mínima no crescimento e atingindo 2,5 bilhões de litros consumidos. Porém, considerando a variação ocasionada pela oscilação nos anos de 2008 a 2021, a projeção do consumo de bebidas fermentadas pode atingir valores próximos a 3,75 bilhões de litros anuais.

A Figura 3 apresenta a projeção do consumo de iogurtes e fermentados até o ano de 2040.

**Figura 3 - Projeção do consumo de iogurtes e fermentados**



**Fonte: Adaptado ABLV (2021)**

A causa do baixo crescimento do consumo de iogurtes e leites fermentados, se dá pelo aumento da IL (intolerância à lactose). Avalia-se que 40% dos brasileiros apresentam IL, podendo ser de grau leve a alto (ANAD, 2020). Neste sentido, a substituição de bebidas fermentadas lácteas por bebidas fermentadas de origem de frutas se torna um importante aliado à nutrição da sociedade.

#### 4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

As empresas do ramo de bebidas não-alcoólicas atendem a um mercado que está em constante mudança e expansão, com uma parcela cada vez maior de consumidores à procura de produtos mais naturais. Assim, as indústrias precisam se adaptar à necessidade dos seus consumidores para encaixar-se neste novo cenário.

O projeto da Indústria Nacional de Bebidas Frutadas (I.N.B.F.) surge em 2022, como uma organização aliada para essa nova realidade, especializada em sucos e probióticos de frutas com alto padrão de qualidade e voltada para o mercado interno brasileiro, tornando-se parceira de marcas consolidadas e estabelecidas, vendendo nossos produtos no atacado, já que se encontram com carência de opções mais saudáveis para atender a esses novos compradores. Busca-se produzir, nos primeiros anos de operação, as bebidas frutadas nos sabores laranja e maçã com função probiótica, além do sabor limão para o suco integral e néctar. Destaca-se que a I.N.B.F. apresenta um processo produtivo que permite estender seu catálogo para outros tipos de bebidas e sabores, tornando-se uma indústria flexível em seu catálogo de produtos para atender o mercado consumidor de forma dinâmica.

A I.N.B.F. irá atender o mercado bebidas brasileiro e enquadra-se no modelo de negócio B2B (*business-to-business*), empresa que fabrica e fornece produtos para outras empresas e assume o compromisso de suprir 30% do crescimento da demanda total de sucos, néctares e fermentados, levando-a ao patamar de grande porte comparada a outras parceiras do mesmo segmento.

Sua logomarca é apresentada na Figura 4 e busca expressar pela cor preta da fonte, a seriedade e responsabilidade da empresa de maneira sofisticada, abaixo das siglas, os círculos entrelaçados demonstram a união e o trabalho em conjunto de todos os setores, que estão sempre buscando o melhor resultado. A fruta na parte superior faz alusão a todas as matérias-primas que chegam à indústria para serem transformadas em mercadoria, com a sustentabilidade sendo um dos pilares da marca.



Figura 4 - Logotipo da empresa



Fonte: Autoria própria (2022)

#### 4.1 Missão, Visão e Valores

A identidade da empresa é composta pelo seguinte conjunto:

**Missão:** A I.N.B.F. tem como objetivo oferecer sucos integrais e derivados de alta qualidade, levando bem-estar para os consumidores, por meio do melhor do sabor, frescor e nutrição das frutas. Sempre prezando por uma produção eficaz e sustentável, com o máximo respeito ao meio ambiente e valorização dos colaboradores.

**Visão:** Tornar-se uma empresa reconhecida e consolidada nacionalmente pelo conteúdo e gosto característico de seu produto, atuando de forma social e ambientalmente consciente, sendo referência pela inovação tecnológica que garante

uma fabricação otimizada e de grande escala, além de fornecer aos seus funcionários um ambiente de trabalho seguro, saudável, respeitoso e diverso.

**Valores:** Buscando ser uma empresa focada na qualidade de seu produto sendo uma referência em qualidade e sustentabilidade, os valores da empresa estão baseados em:

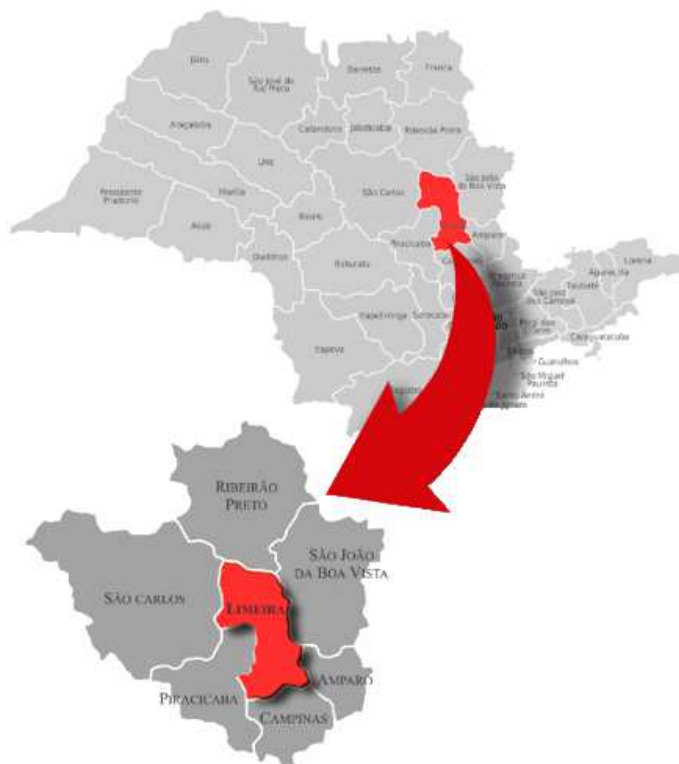
- Empreender de forma ética, íntegra e transparente, trabalhando constantemente para merecer a confiabilidade e fidelidade dos clientes e parceiros;
- Reunir, desenvolver e reter os melhores profissionais, valorizando-os e buscando o bem-estar de todos;
- Produzir com padrões de excelência;
- Cumprir com todos os prazos e acordos estipulados;
- Prezar pela inovação;
- Responsabilidade socioambiental.

#### **4.2 Local de Implementação**

A I.N.B.F. ficará localizada na cidade de Limeira, interior do estado de São Paulo. Esta localidade possui três das rodovias mais importantes ao redor, a Anhanguera, Bandeirantes e Washington Luís. Está a 55 km de Campinas e 154 km da capital do estado, e detêm mais de 300 mil habitantes. Na economia tem destaque nacional para o agronegócio, conhecida como o berço da citricultura paulista, com grande geração de mudas ornamentais, cítricas e frutíferas (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2022).

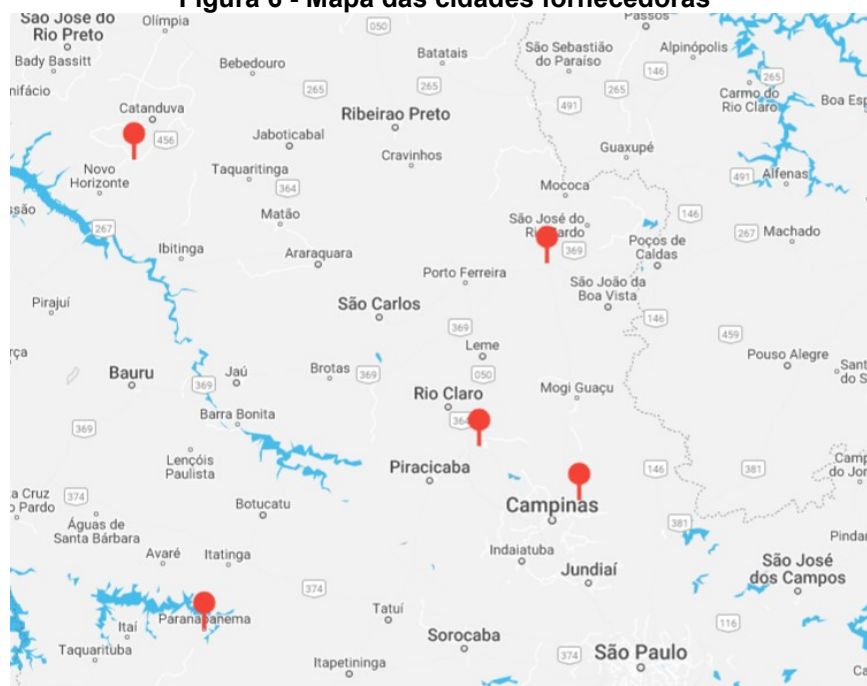
A localização da instalação se deve também a fatores como fornecimento de água, energia elétrica, mão-de-obra qualificada, transporte e fácil acesso, possuindo bons indicadores de riqueza, longevidade e escolaridade, Limeira é destaque no setor industrial.

Na Figura 5, está apresentado o mapa da região metropolitana em torno da cidade de Limeira.

**Figura 5 - Mapa regional de Limeira**

**Fonte: Diocese de Limeira (2022)**

Outro fator importante que contribuiu para a escolha da cidade foi a proximidade estratégica com os fornecedores das frutas e do *Lactobacillus casei*, matérias-primas que advêm de quatro diferentes cidades. A laranja virá da cidade Casa Branca, maior produtora de laranja do país e fica a, aproximadamente, 1 hora de Limeira. O limão será obtido da cidade Itajobi, maior produtora de limão taiti, correspondendo a cerca de 80% da produção nacional. Por sua vez, a maçã será fornecida de Paranapanema, e a empresa produtora da *L.casei* está localizada em Sosas. A Figura 6 mostra as distâncias das cidades fornecedoras no mapa.

**Figura 6 - Mapa das cidades fornecedoras**

Fonte: Snazzy Maps (2022)

O terreno possuirá uma área total de 20.012,45 m<sup>2</sup>, localizado na Via Francisco D'Andrea, Jardim Santo André, 13484-130 Limeira – SP, como apresentado na Figura 7. Com fácil acesso ao centro pela Av. Maria Teresa, o bairro conta com todos os serviços essenciais, como escola, mercados, restaurantes, ginásios, bares, farmácias, além de ser próximo à cidade universitária da Unicamp de Limeira.

A I.N.B.F. está em uma localização de expansão da cidade, sendo uma área de desenvolvendo industrial, onde há um córrego próximo que viabiliza a captação de água e despejo de efluentes, a empresa também contará com poço artesiano para o uso da água na indústria.

**Figura 7 - Localização da I.N.B.F.**

Fonte: Google Earth (2022)

### **4.3 Incentivos Fiscais**

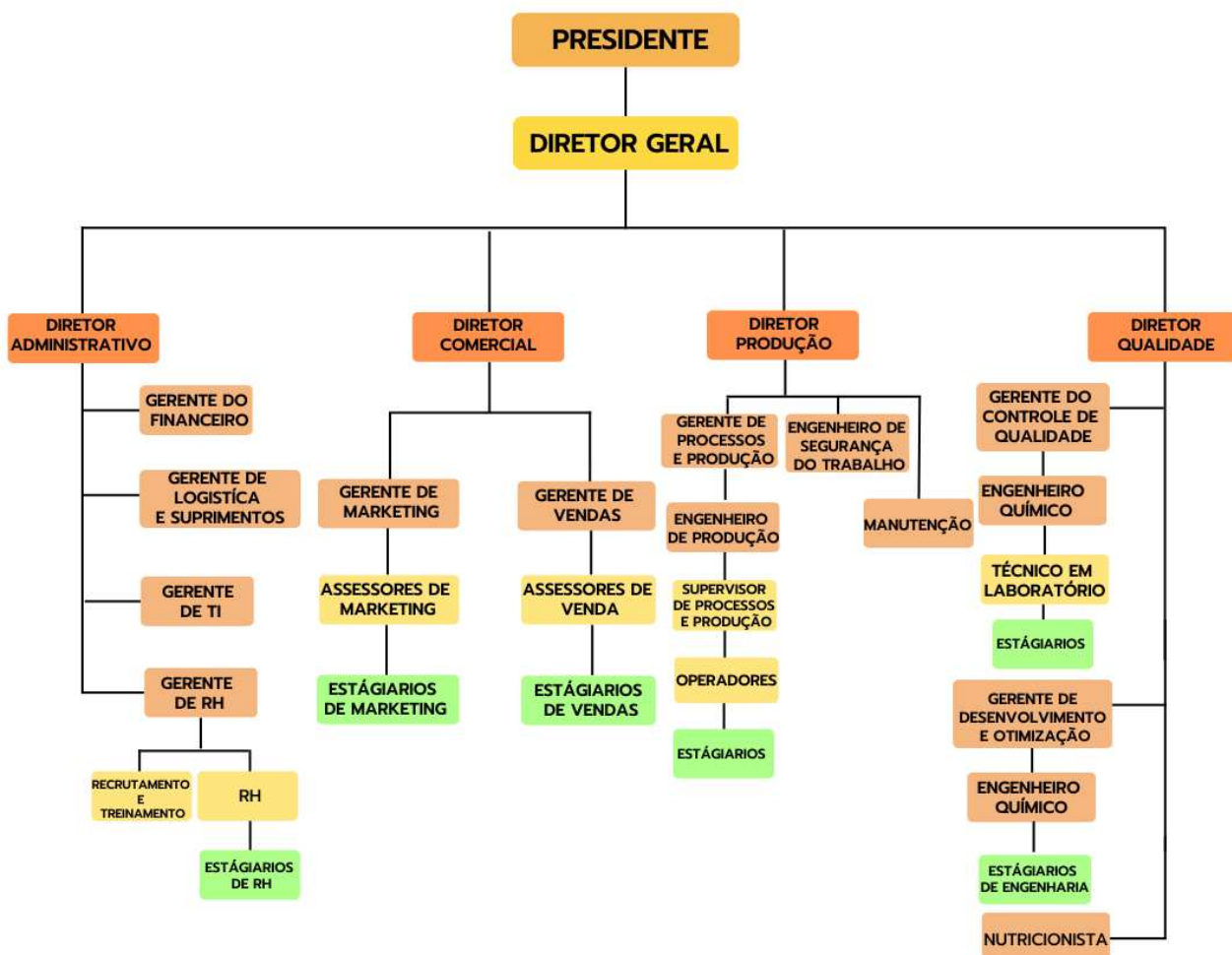
Com base na legislação denominada pela Prefeitura Municipal de Limeira (2022), e com o objetivo de gerar novos empregos e estimular o avanço tecnológico com parques industriais, o município possibilita a concessão de incentivos fiscais para as empresas que se instalarem na região, e isenções tributárias previstas pela GEPLAN (Gestão Planejada para o Desenvolvimento) constituída pela Lei Complementar 405/07 e pela Lei 4.642/10. Ao consentir com os pré-requisitos definidos na LC 405/07, o estabelecimento terá redução da alíquota por 10 anos, isenções de taxa de IPTU, ITBI, licenças para funcionamento e incidentes de aprovação de projeto.

### **4.4 Estrutura Organizacional**

A estrutura organizacional da I.N.B.F. é formada por uma equipe qualificada, competente e engajada, que está representada pelo organograma vertical da Figura 8, liderada por um presidente, assistido por um diretor geral e logo abaixo estão os diretores de departamentos, gerentes, demais funcionários e estagiários.

Este modelo representa de forma clara a relação que um cargo tem com outro, assim como a responsabilidade e função de todos dentro da organização, buscando melhorar a comunicação interna, e conseqüentemente a gestão da equipe, já que os colaboradores sabem exatamente a quem se reportar diante de imprevistos. Além disso, essa estrutura contribui para que o setor de RH construa um plano de carreira eficaz e justo para os profissionais, garantindo a satisfação e empenho de todos a longo prazo.

Figura 8 - Organograma da Empresa I.N.B.F.

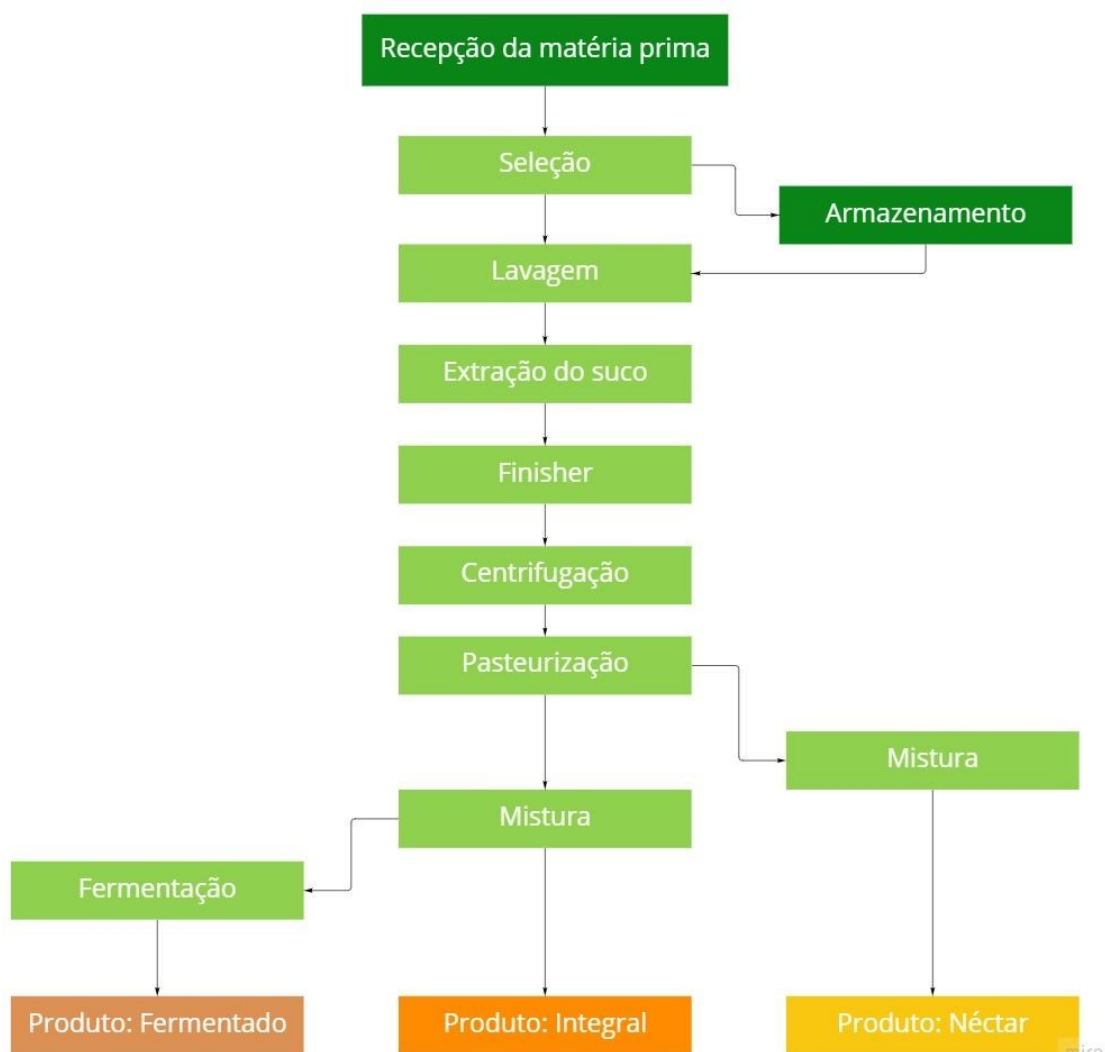


Fonte: Autoria Própria (2022)

## 5 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O fluxograma do processamento, apresentado na Figura 9, foi elaborado e adaptado a partir de pesquisas na literatura, sobre os processos de sucos e probióticos fermentados.

Figura 9 - Fluxograma de processo da I.N.B.F.



Fonte: Autoria Própria (2022)

## 5.1 Recepção da Matéria-Prima

A matéria-prima chega à indústria por meio de caminhões dos fornecedores, sendo a sacarose, as culturas de *Lactobacillus casei* e o conservante (ácido cítrico) transportados em sacos vedados e diretamente destinados ao armazenamento. Já as frutas, chegam em carretas e são pesadas para se ter um controle da massa recebida. Após a pesagem, uma pequena parte da carga é destinada a análises para medir a acidez, cor e sólidos solúveis (°Brix) para a identificação do lote. Em seguida, as frutas são descarregadas sobre esteiras que irão levá-las para a seleção.

## 5.2 Seleção

A seleção é um processo rápido e eficiente, em que as frutas passam por um moderno maquinário, composto por um sensor a laser que identificará e descartará as frutas impróprias para produção, destinando-as à alimentação de ruminantes, provenientes de pequenos agricultores parceiros da empresa e permitindo aos frutos adequados prosseguirem, uma parte para o armazenamento e outra parte para a lavagem, através de esteiras. Este maquinário é capaz de realizar de forma rápida também a classificação do fruto de acordo com seu tamanho e amadurecimento por meio de seus sensores (AGROHALL, 2022).

## 5.3 Armazenamento

Após a seleção, parte das frutas, até então sem qualquer alteração, são destinadas ao armazenamento em salas refrigeradas, em temperatura média de 5°C para manter suas características pelo tempo em que ficarem estocadas.

A sacarose também será mantida em silos, já as culturas da *L. Casei* são postas em câmeras frias de acordo com as especificações dos fornecedores, os conservantes serão armazenados em silos feitos em madeira, para se manter a temperatura ambiente, já que os silos de materiais metálicos tendem a ficar com temperaturas mais altas durante o dia.

## 5.4 Lavagem

Quando as frutas estão prontas para o processo produtivo, elas são levadas por esteiras até a lavagem para retirar qualquer impureza presente na casca. Essa limpeza é feita, primeiramente, por imersão, para a retirada de impurezas mais



grosseiras, como terra, e logo após com jatos de água clorada e, por último, é feito um enxague com água limpa.

O equipamento utilizado na lavagem faz uso de escovas e agitação para aperfeiçoar o desempenho da operação e a água proveniente dessa atividade é destinada ao tratamento adequado.

### **5.5 Extração do Suco**

Após a devida higienização, as frutas são transportadas por esteiras até os extratores. O processo de extração do suco tem como objetivo extrair a maior quantidade de suco da fruta, sem que haja cascas ou amargor, e livrando-se de possíveis trapos, óleos e outros componentes da fruta que são indesejáveis e que possam afetar no armazenamento depois de pronto (TETRA PAK, 2022a).

As extratoras são ajustadas para o recebimento das frutas, e assim cada fruto recebe a pressão necessária para que se seja extraído o suco. O restante da fruta como bagaço e cascas são enviados para outra área de subproduto (BUENO; ANDRADE, 2016).

Essa etapa abrange espremer o suco de frutos inteiros ou cortados por pressão mecânica, onde é separada por dimensões e encaminhadas para diferentes pistas na esteira, pois os extratores individuais são configurados para lidar com frutas de apenas uma determinada faixa de tamanho, onde chegarão aos extratores mais adequados para maior rendimento. Essa fase é de extrema importância, pois é nela que se determina a produtividade e qualidade do suco extraído, com efeito direto na economia da empresa e custo de processamento (TETRA PAK, 2022b).

### **5.6 Finisher**

Os *finishers* têm como função retirar do suco pequenos resíduos que não foram possíveis de serem retirados nas extratoras, como sementes e gomos de polpa, funcionando como uma peneira (CISTRUSB, 2011).

O sistema do *finisher* é feito através de uma rosca paralela contínua fixada no eixo central e uma câmara de pressão com tela perfurada onde o produto é prensado para que os resíduos se mantenham ali nessa tela, e o líquido seja escoado. (CENTENARIO, 2018).

Em geral, o suco possui um teor de 25% da polpa quando sai da extração, no qual esse teor é corrigido pela etapa do *finisher*, caindo para cerca de 11% do teor inicial, isso se aplica a todos os sucos (TETRA PAK, 1998a).

### 5.7 Centrifugação

Para o suco se manter no teor final de polpa no suco recomendado pela indústria alimentícia, ele precisa estar entre 1% a 6%, ao sair do processo do *finisher*, e então a próxima etapa será a de centrifugação, nela a produção de sucos se torna estável ao turvamento, em que as partículas dispersas tendendo a sedimentação, serão separadas (BUENO; ANDRADE, 2016).

Para a remoção completa de todos os segmentos indesejáveis, é necessário o uso de mais de uma centrífuga, para que o sólido se separe do líquido, com um processo contínuo, sem haver paradas para retirada da polpa (TETRA PAK, 1998b).

### 5.8 Pasteurização

Um dos processos mais importantes em termos industriais é a pasteurização, essa atividade é desempenhada pelo uso do calor para eliminar qualquer fator patogênico e microbiano presente no meio, além de inativar enzimas que degradam o suco e prolongar sua vida útil (TETRA PAK, 2022c).

A qualidade dos sucos é influenciada por fatores microbiológicos, enzimático, químicos e físicos, que comprometem suas características nutricionais e organolépticas, como sabor, cor, aroma, consistência e turbidez.

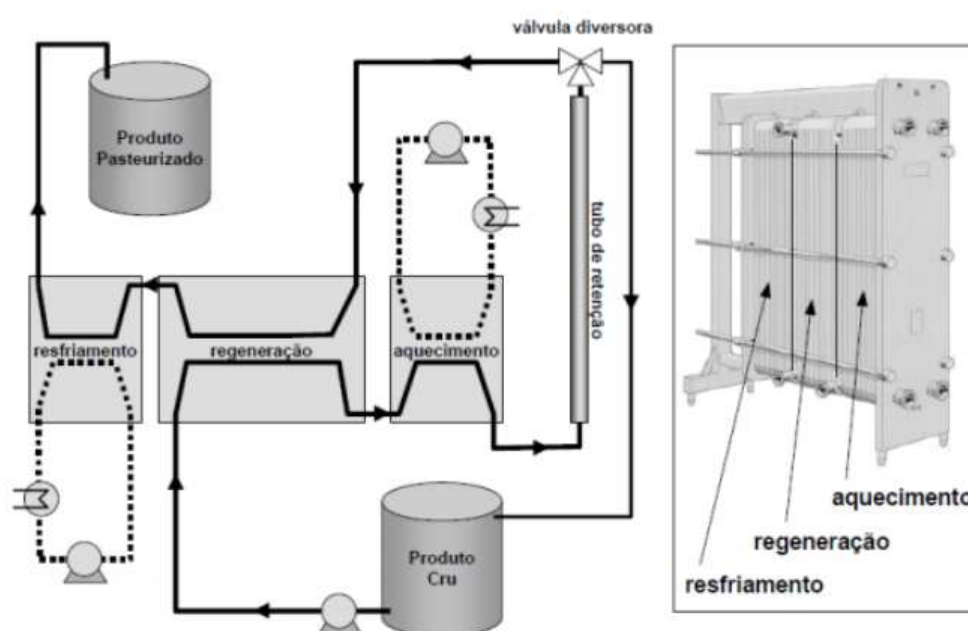
A deterioração mais comum em suco de frutas é causada por leveduras, devido à sua alta resistência a ácidos e por apresentarem maior resistência térmica. Os fungos da microbiota natural das frutas são capazes de se desenvolverem em uma alta faixa de pH, contudo possuem uma baixa resistência térmica, sendo eliminados na pasteurização. Existem também fungos termorresistentes, como do gênero *Byssochlamys*, que podem deteriorar o suco (CORRÊA NETO, 1999a).

No tratamento térmico, a princípio o suco é pré-aquecido para evitar o choque térmico, que pode resultar no escurecimento e prejuízo a qualidade da solução, para depois passar por um aquecimento até a temperatura aproximada de 90°C e em seguida é resfriado. Toda essa ação é feita de maneira rápida e eficiente, em poucos segundos, por um trocador de calor moderno e economicamente vantajoso.

Ademais, a temperatura de 90°C não é capaz de conter todos os tipos de microrganismo, por isso o cuidado com a higiene em todas as etapas da produção é imprescindível para impedir a contaminação da matéria-prima (CORRÊA NETO, 1999b).

O equipamento para realizar a pasteurização, mostrado na Figura 10, é composto por seções de forma que a bebida seja aquecida por certo período e resfriada até a temperatura necessária, de acordo com cada processo e necessidade de temperatura específica para o armazenamento. O trocador possui um segmento de regeneração, em que a entalpia do produto já aquecido é recuperada para pré-aquecer o produto bruto que entra no equipamento, em uma seção de regeneração térmica (GUT, 2012).

**Figura 10 - Esquema de unidade de pasteurização**



Fonte: GUT (2012)

Deste modo, é possível ressaltar que a pasteurização é o processo utilizado para assegurar a qualidade dos produtos, aumentar a vida de prateleira e reduzir a atividade enzimática.

## 5.9 Mistura

A Lei nº 8.918 do MAPA, dispõe sobre a padronização de bebidas industrializadas, ou seja, para cada tipo de bebida de fruta, existem regras para porcentagens de frutas contidas nos frascos.

Sucos de frutas, como néctar, devem apresentar entre 25% a 99% de purês da fruta, podendo ser adicionado acidulantes e oxidantes, como ácido cítrico e ácido ascórbico, respectivamente, e também açúcares, como a sacarose. O suco integral se refere ao suco sem adição de açúcar e água, sendo 100% natural de frutas e vegetais.

Vale ressaltar, que toda água utilizada nos processos da I.N.B.F. será proveniente do poço artesiano instalado na empresa. Assim, a água passará por todas as análises e processos necessários para consumo humano, mantendo sempre a qualidade e excelências dos nossos produtos.

Haverá dois tipos de bebida frutadas com 3 diferentes sabores, suco integral e néctar, nos sabores: laranja, maçã e limão. Referente ao fermentado será utilizado os sucos integrais adoçados de maçã e laranja para sua produção.

O suco de maçã será 100% suco da fruta, ou seja, não haverá adição de açúcar ou qualquer outro ingrediente, pois é naturalmente adocicado, será adicionado apenas conservante para prolongar sua validade. Os derivados da maçã serão sem adoçantes, com exceção do fermentado.

A bebida de laranja seguirá o mesmo padrão para o suco integral, porém o néctar será adoçado com o concentrado de maçã, assim como é feito nas maiores fabricas de bebidas frutadas do mundo. Neste sabor, o conservante também será incluído.

O limão possuirá uma linha integral também, sem adoçante e com apenas conservante. Entretanto, o néctar sabor limão será adoçado com a sacarose e diluído em água, resultando em uma bebida mais adocicada.

Além disso, para um bom padrão de qualidade do produto, as bebidas serão compostas por frutas de vários lotes, ou seja, frutas de diferentes safras e estações estarão na produção, para que a qualidade do suco e o sabor mantenham-se o mesmo o ano todo.

## 5.10 Fermentação

Subsequente a mistura, após o suco integral de laranja e de maçã serem finalizados, cerca de 30% da produção de cada suco integral será destinada ao processo da fermentação, o qual irá caracterizar nova textura, sabor e aroma aos produtos finais fermentados.

A fermentação é um processo que facilita a digestibilidade pela degradação de estruturas complexas em simples, como a transformação de proteínas em aminoácidos, modifica a qualidade da matéria-prima, promovendo propriedades de segurança, impedindo o crescimento de microrganismos patogênicos e também alterando as características físico-químicas no produto. Este processo é também utilizado para a fabricação de alimentos probióticos e para a multiplicação dos microrganismos elevando sua contagem até o número mínimo necessário (KNORR, 1998).

As transformações do alimento durante o processamento, como o consumo de açúcares, a produção de ácidos e compostos aromáticos, proporcionados pelas fermentações, além de modificarem a composição do alimento, lhe atribuindo novas características sensoriais, como modificações na textura, tanto pela biomassa celular, como pela produção de polissacarídeos, também contribuem no perfil de sabor e aroma do produto final (LEROY e DE VUYST, 2004).

De acordo com a legislação brasileira para produtos lácteos, os fermentados probióticos devem apresentar um mínimo de  $10^6$  UFC/mL ao final de sua vida de prateleira (BRASIL, 2007).

Para adição do inóculo, serão seguidas as instruções do fabricante, o microrganismo será inoculado diretamente nas formulações sem necessidade de pré-ativação em caldos específicos, contudo se faz necessário o ajuste do pH antes e depois do processo de fermentação. Sendo que o mesmo deve variar em torno de 6. Subsequente, a mistura será adoçada com sacarose e por fim será fermentada em tanque de aço inox a 30 °C por 24 horas.

Após a fermentação e seus devidos ajustes de pH e sabor, a bebida probiótica já está pronta para comercialização e assim deve ser armazenada em tanques refrigerados de aço inox entre 7 e 10 °C.

### **5.11 Armazenamento**

Precedendo o armazenamento final, todas bebidas irão passar por um processo minucioso de qualidade, onde serão realizadas todas as análises organolépticas, visando assim, sempre manter a qualidade e excelência da I.N.B.F.

Assim, o armazenamento de cada bebida deve ser feito em material inerte, esterilizado e asséptico, como tanques de aço inoxidável. O fermentado deve ser mantido refrigerado, por questão de conservação e tempo de vida da bebida. Os sucos integral e néctar por possuir acidulantes e oxidantes, já não possuem necessidade de refrigeração.

## 6 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Os resíduos sólidos como as frutas consideradas impróprias para uso industrial, serão doados e destinados à alimentação animal. Deste modo, o produtor rural fica responsável pela coleta do material disposto. Esta ação visa ajudar a economia local, auxiliando pequenos produtores rurais na nutrição de seus animais, já que a polpa cítrica é um ingrediente de alta densidade energéticas para animais em crescimento e lactação e tem pouco ou nenhum efeito adverso na fermentação ruminal em comparação a alimentos ricos em amido (BAMPIDIS; ROBINSON, 2006).

Já a outra parte dos resíduos sólidos provenientes da indústria, que envolve quantidades apreciáveis de bagaço, caroço, dentre outros, serão encaminhados para venda como subprodutos, produzindo ração animal.

Em paralelo, os efluentes líquidos os quais possuem uma elevada carga orgânica, terão que passar por tratamento de efluente. Esse sistema é dotado pelos tratamentos preliminares (grades, desarenador, medidor de vazão e tanque de equalização) e tratamento secundário (lagoa anaeróbia e lagoa facultativa), e após o tratamento poderá ser feito o descarte nos cursos d'água.

Na Figura 11, é apresentado o fluxograma do tratamento de efluentes utilizado pela empresa.

**Figura 1 - Fluxograma tratamento de efluentes**



Fonte: Adaptado Sperling (2014)

Além disso, haverá um sistema de tratamento da parte dos gases gerados, no sistema de geração de energia a partir da queima de um combustível na caldeira, e esses gases serão tratados com coluna de lavagem para recuperação de cinza e sólidos arrastados, seguido, então de um ciclone para a remoção de pós finos. Sendo assim, o controle na emissão de poluentes deverá ser realizado instalando-se

equipamentos de limpeza de gases. Os lavadores do tipo venturi se encaixam nessa categoria, apresentando baixa relação custo-benefício, elevada eficiência na coleta de particulado fino, tamanho compacto e adequação ao processo.



## 7 BALANÇO MATERIAL E ENERGÉTICO DO PROCESSO

A I.N.B.F., como dito anteriormente, assume o compromisso de produzir 30% da demanda de sucos naturais dos próximos anos. Como se espera que o mercado anual de bebidas desse ramo atinja a marca de 2 bilhões de litros ainda em 2023, a empresa fica encarregada da fabricação de 600 milhões de litros anualmente em um primeiro momento, incluindo sucos e néctares nos sabores laranja, maçã e limão e fermentados nas opções laranja e maçã. Quanto ao volume de produção para cada sabor, destina-se, aproximadamente 50% desses 600 milhões de litros para os produtos de laranja, 20% para os de limão e 30% para os de maçã, totalizando uma produção de quase 1,7 milhões de litros por dia, sendo essas porcentagens definidas pela preferência nacional e disponibilidade de matéria-prima em todas as estações do ano.

No intuito de manter a produção otimizada, conseguir cumprir seu objetivo de fabricação e evitar perdas, será essencial manter operadores, mesmo em número reduzido, 24 horas por dia nos 365 dias no ano, operando em três turnos.

Desta forma, será necessário um controle rigoroso da produção por hora na empresa, representado por meio da Lei de Conservação de massa, que pode ser expressa pelo balanço de massa do processo (HIMMEBLAU; RIGGS, 2014).

Sendo assim, o balanço de massa global pode ser escrito de acordo com a Equação 1:

$$[Acúmulo] = [Entra] - [Sai] + [Gerado] - [Consumido] \quad (1)$$

Outrossim, o balanço de energia do processo apresenta informações imprescindíveis para a funcionalidade da fábrica, como seu gasto energético, então é possível calcular o balanço geral de energia para cada processo por meio da Equação 2 (HIMMEBLAU; RIGGS, 2014), seguindo a primeira lei da termodinâmica:

$$\Delta E = \Delta Q + \Delta W - \Delta U - \Delta E_c - \Delta E_p - E_{pr} \quad (2)$$

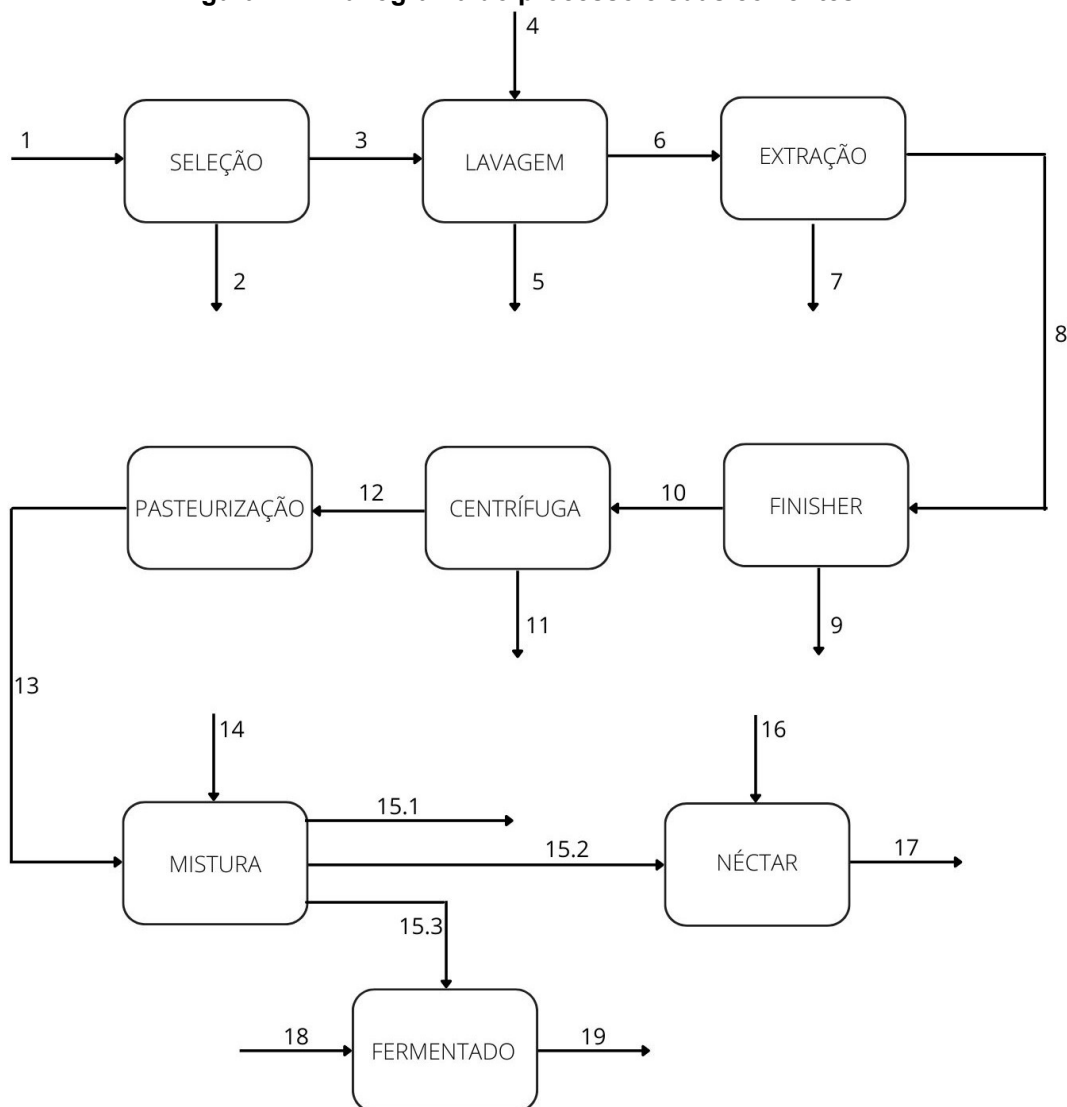
Portanto, os próximos tópicos fazem a descrição da transformação da quantidade de matéria e energia no processo produtivo, representado na Figura 12, considerando regime permanente para todas as operações com exceção da

fermentação que será um processo batelada, com variação de energia potencial e cinética desprezíveis e sem mudança de pressão nos processos, a variação de energia interna será exatamente a variação da entalpia, como explícito na Equação 3.

$$H = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (3)$$

Assim, usou-se o balanço de massa global e por componente para cada um dos volumes de controle, com taxas como as correntes mássicas, além da entalpia de cada componente corresponde a sua vazão mássica para o balanço de energia. Vale ressaltar, que para maior seguridade das informações, usou-se um software para encontrar algumas das condições ideais de operação, como temperaturas de entrada e saída.

**Figura 11 - Fluxograma do processo e suas correntes**



Fonte: Autoria Própria (2022)

## 7.1 Balanço Material e Energético do Processo do Suco Integral, Néctar e Fermentado de Laranja

Todos os componentes, quantidades e parâmetros utilizados para realizar as contas do balanço de massa e energia do processo industrial do suco, néctar e fermentado de laranja foram dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Componentes e suas propriedades (laranja)**

Componentes	Quantidades (kg/h)	Cp (kcal/kg.°C) Capacidade calorífica
Laranja	102039,50	1
Laranja imprópria	10,200	0,236
Água	22446,450	0,460
Água sanitária	123,460	0,420
Impurezas orgânicas	510,200	0,420
Bagaço Laranja	45913,200	0,342
Semente	2040,600	0,752
Extrato	52034,600	0,320
Conservante	6,500	588,200
Adoçante (maçã)	1624,900	1
Água para o néctar	1299,800	0,979
Polpa que sai do <i>finisher</i>	14049,400	0,460
Transformação da polpa no <i>finisher</i>	52034,900	0,979
Polpa que sai do <i>finisher</i> final	5723,800	0,979
Saída da polpa na centrífuga	229,000	0,960
Entrada de sacarose	649,950	0,370
Entrada de L.CASEI	11,930	1

Fonte: MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N (2009)

Para dar início aos cálculos do balanço de massa e energia, elaborou-se a Figura 12, que apresenta o volume de controle da primeira operação (seleção) e suas respectivas correntes de entrada e saída.

**Figura 12 - Volume de controle da seleção da laranja**



Fonte: Autoria Própria (2022)

A corrente 1 é composta pelas laranjas provenientes dos fornecedores contendo sujidades que as acompanham no transporte, e mediante o fato das frutas serem pré-selecionadas pelos produtores, admite-se uma razão de 0,005 kg de sujidade para cada kg de laranja, e aderindo a ocorrência de perda de até 5% de frutas, por inadequação ao processo de fabricação de sucos, foi considerado uma porcentagem de 0,01% de frutas inaptas para o processo industrial para cada kg da fruta, pois as frutas destinadas ao processo industrial devem estar maduras para se obter o máximo de rendimento em sólidos solúveis e maior qualidade nas características de sabor e aroma (MATTA *et al.*, 2005).

A corrente 2 corresponde às laranjas impróprias descartadas no processo e a porcentagem de material orgânico que acompanham essas frutas. Já na corrente 3 têm-se as laranjas adequadas para a produção e as impurezas orgânicas restantes que serão removidas em lavagem posterior. Esses fluxos no processo de seleção são explicitados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Vazões mássicas da seleção da laranja**

Corrente	1	2	3
Vazão Mássica (kg/h)	102549,67	61,22	102488,44
Composição das Correntes			
Laranja (kg/h)	102039,47	10,20	102029,27
Impurezas orgânicas (kg/h)	510,20	51,02	459,18
Soma	102549,67	61,22	102488,44

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

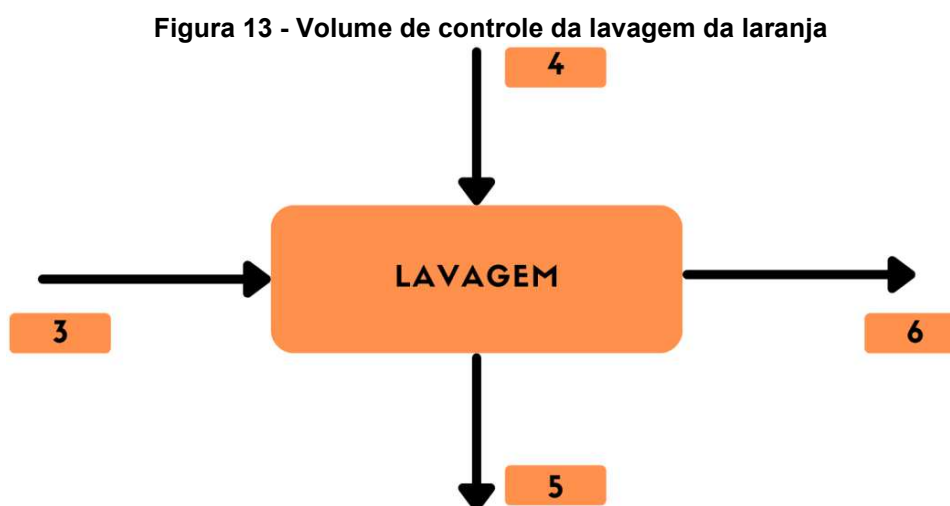
Quanto ao balanço energético dessa etapa, dispensa-se o uso de utilidades, pois não há alteração de temperatura ou pressão, além de não ter nenhuma modificação de componentes ou reação, comprovado pelo fato da soma da entalpia total que sai da seleção menos a que entra resultar em zero, esses dados estão exemplificados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 1, 2 e 3**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Laranja	Impurezas orgânicas	
1	1	25	1173454	5357,07	1178811
2	1	25	117,35	535,71	653,05
3	1	25	1173337	4821,37	1178158

Fonte: Autoria própria (2023)

Para a atividade de lavagem, foi esquematizada a Figura 13, que mostra todos os fluxos de entrada e saída.



Fonte: Autoria Própria (2022)

Nessa parte, a quantidade de laranjas apropriadas para o processo que saiu da seleção é o seu fluxo de entrada (representada pela corrente 3), na corrente 4 estão os produtos para limpeza, água e água clorada, e sendo conhecida a necessidade de, aproximadamente, 5g de água sanitária com a presença de 3% de cloro ativo por litro de água na lavagem, adotou-se o valor de 5,5g nesse processo e um consumo de 0,22 litros de água para cada kg de laranja (MORETTI, 2003).

Desta forma, a corrente 4, que age apenas para limpeza, sai inteiramente na corrente 5 junto com todas as impurezas do fluxo de entrada, assim a corrente 6 é formada por todas as laranjas apropriadas para o processo sem as sujidades que as acompanhavam. Esse processo é resumido na Tabela 4, em que apresenta de forma sucinta, as vazões mássicas de cada fluxo.

**Tabela 4 - Vazões mássicas da lavagem da laranja**

Corrente	3	4	5	6
Vazão Mássica (kg/h)	102488,44	22569,89	23029,07	102029,27
Composição das Correntes				
Laranja (kg/h)	102029,27	0	0	102029,27
Água (kg/h)	0	22446,44	22446,44	0
Água Sanitária (kg/h)	0	123,46	123,46	0
Impurezas orgânicas(kg/h)	459,18	0	459,18	0
Soma	102488,44	22569,89	23029,07	102029,27

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Já no balanço energético, seguindo os mesmos princípios da seleção, por não ter a presença de transformação química, temperatura ou pressão, nenhuma utilidade é necessária nessa etapa. As entalpias dos componentes de cada corrente da lavagem estão dispostas na Tabela 5.

**Tabela 5 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 3, 4, 5 e 6**

Corrente	Entalpia (kcal/ h)				Soma
	Água	Cloro	Laranja	Impurezas orgânicas	
3	0	0	1173337	4821,37	1178158
4	561160,97	728,39	0	0	561889,35
5	561160,99	728,39	0	4821,36	566710,72
6	0	0	1173336,57	0	1173336,57

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Analogamente ao processo industrial da laranja, foram considerados os mesmos parâmetros e princípios no que diz respeito à água sanitária, frutas inadequadas e impurezas orgânicas nos processos da maçã e do limão, pois pouco se difere as características de um processo para o outro.

Já na extração, apresentada na Figura 14, representam-se as correntes 6,7 e 8 de entrada e saída do extrator.

Figura 14 - Volume de controle da extração da laranja



Fonte: Autoria Própria (2022)

As laranjas que vêm da corrente 6 de lavagem, entram em um extrator com cerca de 102029,27 kg/h e, ao passar por essa etapa, cerca de 45% da laranja é descartada em forma de bagaço, que sai pela corrente 7 com resíduo (ÍTAVO *et al.*, 2007).

O restante da laranja, ao sair do processo de extração pela corrente 8, contém um total de 55% da fruta se transformando em extrato (polpa) para o suco, sendo que 4% são sementes da própria fruta. Esses dados mencionados estão apresentados na Tabela 6. Vale ressaltar que o extrato obtido possui um teor de polpa de 25%, precisando assim passar por mais fases de limpeza do suco (TETRA PAK, 1998).

Tabela 6 - Vazões mássicas da extração da laranja

Corrente	6	7	8
Vazão Mássica (kg/h)	102029,27	45913,76	54075,51
Composição das Correntes			
Laranja (kg/h)	102029,27	0	0
Bagaço(kg/h)	0	45913,17	0
Semente(kg/h)	0	0	2040,58
Polpa	0	0	52034,93
Soma	102029,27	45913,76	54075,51

Fonte: Autoria Própria (2022)

No que tange ao balanço energético do processo de extração, que existe uma transformação da laranja em polpa, o processo é caracterizado como sendo endotérmico, nestas circunstâncias seria necessária a adição de calor para realizar o processo ou, no caso, o processo será termicamente isolado, adiabático, por isso tem-

se uma redução da temperatura de 25 °C para 19,62°C na saída. A Tabela 7 representa os dados da extração.

**Tabela 7 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 6, 7 e 8**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
			Laranja	Bagaço	Semente	Polpa	
6	1	25	1173336,57	0	0	0	1173336,57
7	1	19,62	0	378682,90	13683,67	0	392366,60
8	1	19,62	0	0	13683,67	767286,3	780970,00

Fonte: Autoria própria (2023)

A próxima etapa do processo produtivo é o *finisher*, possuindo 3 correntes, sendo duas de saída e uma de entrada, apresentado na Figura 15.

**Figura 15 - Volume de controle do *finisher* da laranja**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesta fase, são retiradas as impurezas que não foram possíveis de se remover no processo anterior, deste modo a corrente 8 que sai da extratora entra direto no *finisher*, e o extrato gerado agora é chamado de polpa, e somado com a porcentagem de sementes que vem no processo. Segundo Ítavo *et al.*, passa por este equipamento com uma forma de compressagem e peneiramento, fazendo com que os gomos da fruta que não foram retirados soltem maiores quantidades de sucos, e ainda elimina a porcentagem de sementes retidas. O balanço material para essa etapa do processo é mostrado na Tabela 8.



No final desse estágio obtém-se 32261,65 kg/h do suco somado com uma pequena porcentagem de 11% da polpa que ainda resta mesmo depois da passagem pelo *finisher* (TETRA PAK, 1998).

**Tabela 8 - Vazões mássicas do *finisher* da laranja**

Corrente	8	9	10
Vazão Mássica(kg/h)	54075,51	16090,02	37985,45
Composição das Correntes			
Suco (kg/h)	0	0	32261,65
Polpa (kg/h)	52034,93	14049,43	5723,80
Semente (kg/h)	2040,58	2040,59	0
Soma	54075,51	16090,02	37985,45

Fonte: Autoria Própria (2022)

Correlacionado a extração, o processo do *finisher* apresenta uma transformação da polpa em suco, no entanto, nessa etapa temos o aumento da capacidade calorífica dos componentes, conseqüentemente, precisa-se ter um aumento de temperatura. A Tabela 9 apresenta os dados referentes ao *finisher*.

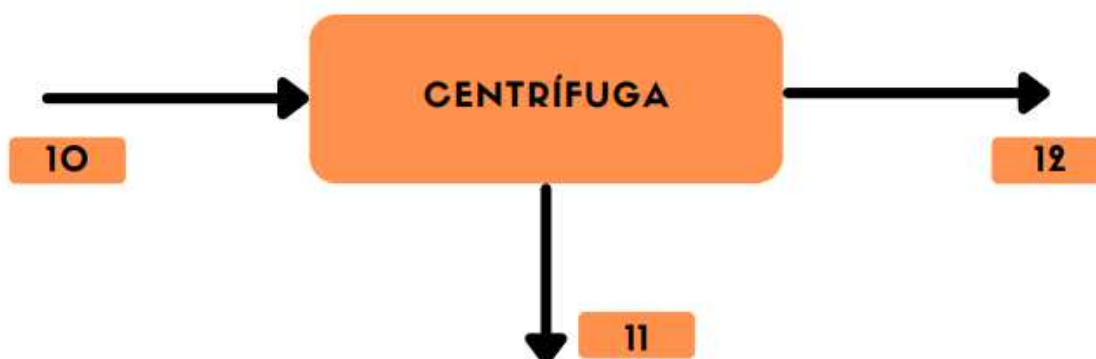
**Tabela 9 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 8, 9 e 10**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)			Soma
			Polpa	Semente	Suco	
8	1	19,62	999636,44	13683,67	0	1013320,11
9	1	29	399441,90	20251,18	0	419693,00
10	1	29	162735,57	0	430891,50	593627,07

Fonte: Autoria própria (2023)

Para finalizar o processo de limpeza e turvamento do suco, ainda é preciso passar o conteúdo por uma centrífuga, como representado a Figura 16.

Figura 16 - Volume de controle da centrifugação da laranja



Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesta etapa, precisa-se efetuar a retirada dos pequenos gomos que não foram possíveis de serem removidos nas etapas anteriores. Com isso, o suco que vem da corrente 10 do *finisher*, entra na centrifugação com polpa e suco. Na corrente 11, grande parte do que havia de polpa é retirado mantendo um teor de polpa com cerca de 4% na corrente 12, assim há um refinamento na qualidade do suco em termos de turvamento (TETRA PAK, 1998), o que representa uma eficiência de 96% de remoção de polpa da corrente principal.

Os dados citados anteriormente estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Vazões mássicas da centrífuga da laranja

Corrente	10	11	12
Vazão Mássica(kg/h)	37985,45	5494,89	32490,65
Composição das Correntes			
Suco (kg/h)	32261,65	0	32261,65
Polpa (kg/h)	5723,80	5494,89	229,00
Semente (kg/h)	0	0	0
Soma	37985,45	5494,89	32490,65

Fonte: Autoria Própria (2022)

A centrifugação é caracterizada por ser isotérmica, ou seja, não há mudança na temperatura das correntes, já que se trata de uma separação. Os dados referentes ao balanço energético desse processo estão estabelecidos na Tabela 11.

**Tabela 11 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 10, 11 e 12**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Polpa	Suco	
10	1	29	162735,57	430891,50	593627,07
11	1	29	156259,75	0	156259,75
12	1	29	6383,16	430984,20	437367,30

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a centrifuga o suco irá passar por um processo de pasteurização, onde um vapor transfere calor para o suco, aumentando sua temperatura em até 90°C, tornando-o livre de microrganismos e inativando enzimas que podem fornecer uma clarificação (remoção da turbidez) indesejada. Após o aquecimento que dura em torno de 2 minutos, a bebida é rapidamente resfriada, para impedir a proliferação de microrganismos sobreviventes (TETRAPAK, 1998c).

Como nesta etapa há somente a variação da temperatura, ou seja, da energia, não há uma mudança de componentes, separação ou reação, as vazões mássicas para cada componente se mantêm inalteradas, assim como o total de material processado, esse processo é apresentado na Figura 17.

**Figura 17 - Volume de controle da pasteurização da laranja**

Fonte: Autoria Própria (2022)

Mas, como já dito, ocorre uma variação de temperatura e conseqüentemente o balanço de energia sofre algumas modificações, já que para fazer a inativação enzimática desejada, escurecimento e propagação de bactérias é necessário fazer um aquecimento seguido de um resfriamento rapidamente. Esse aquecimento eleva a temperatura até 90°C e depois para realizar o resfriamento e retirar todo esse calor,

que leva a corrente até a 5°C, é utilizado o fluido refrigerante. A Tabela 12 explicita a correntes presentes na pasteurização.

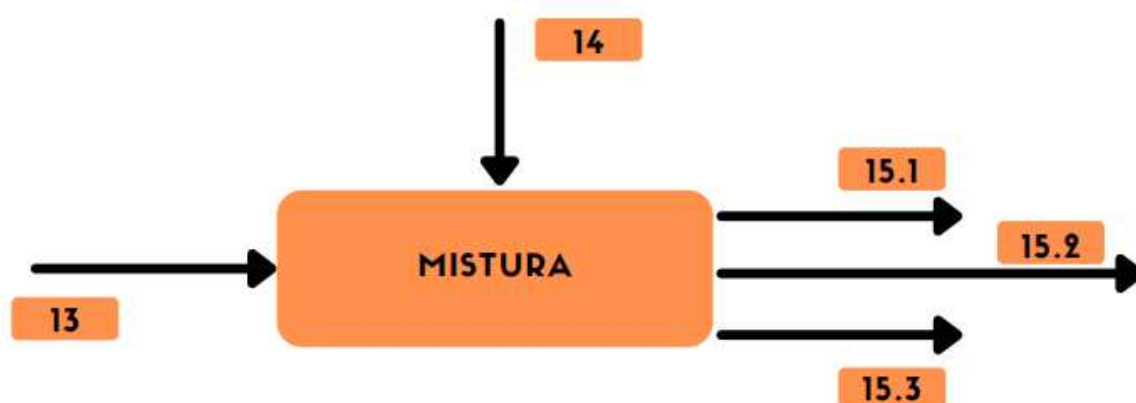
**Tabela 12 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 12 e 13**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Polpa	Suco	
12	1	29	6383,16	430984,20	437367,30
13.1 Aquecimento	1	90	19781,60	2787406,91	2807188,51
13.2 Resfriamento	1	5	1098,98	154855,94	155954,92

Fonte: Autoria própria (2023)

A próxima etapa do processo é a mistura, onde adiciona-se conservante ao suco de laranja natural, com a finalidade de aumentar sua validade, como explicitado na Figura 18.

**Figura 18 - Volume de controle da mistura da laranja**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na mistura, a corrente 13 é referente ao suco que veio da pasteurização e a corrente 14 é o conservante. A corrente 15 foi subdividida em 3, que são direcionadas para outros processos, sendo eles: suco integral, néctar e a terceira corrente vai para o fermentado. Na Tabela 13 apresenta-se os valores de cada corrente e suas vazões.

**Tabela 13 - Vazões mássicas da mistura de laranja**

Corrente	13	14	15.1	15.2	15.3
Vazão Mássica (kg/h)	32490,60	6,50	12998,84	6499,42	12998,84
Composição das Correntes					
Laranja (suco + extrato) (kg/h)	32490,60	0	0	0	0
Conservante (kg/h)	0	6,50	0	0	0
Suco Integral (kg/h)	0	0	12998,84	6499,42	12998,84
Néctar (kg/h)	0	0	0	0	0
Suco para o fermentado (kg/h)	0	0	0	0	0
Soma	32490,60	6,50	12998,84	6499,42	12998,84

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nessa etapa é dispensado o uso de utilidades, já que não há qualquer alteração nas características químicas, na temperatura ou pressão do processo. Os dados do balanço energético da mistura estão expostos na Tabela 14.

**Tabela 14 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 13, 14 e 15**

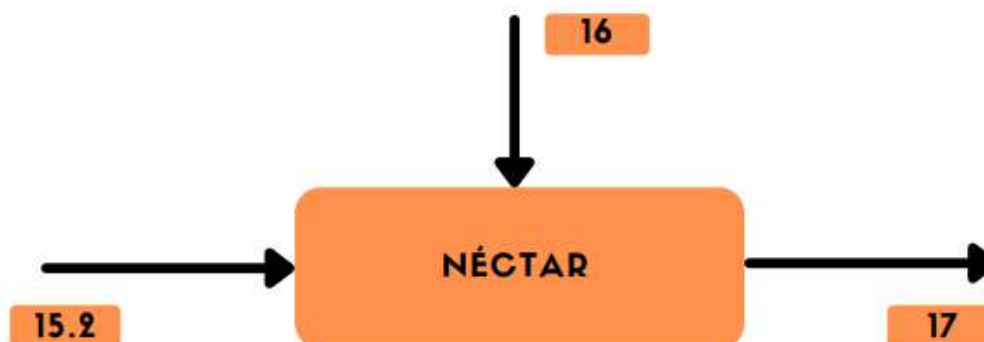
Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)					Soma
			Suco	Conser- vante	Integral	Néctar	Fermen- tado	
13	1	5	1559 54,92	0	0	0	0	155954,92
14	1	25	0	51,99	0	0	0	51,99
15	1	5	0	0	62402,7 6	31201, 39	62402,7 6	156006,91

Fonte: Autoria própria (2023)

Depois da adição de conservante ao suco, tem-se a etapa de mistura do néctar de laranja, onde além do conservante já adicionado anteriormente, coloca-se o adoçante e a água, este processo é representado na Figura 19, onde a corrente 15.2 é o suco integral que veio da mistura anterior, a corrente 16 é a água e o adoçante.

Para ser considerado néctar, o mínimo de polpa é de 30%, e o resto complementado por água, açúcar e aditivos (GAZETA ONLINE, 2017).

Figura 19 - Volume de controle da mistura do néctar da laranja



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Tabela 15, encontram-se os valores das quantidades de açúcar e água que foram adicionadas ao suco.

Tabela 15 - Vazões mássicas do néctar de laranja

Corrente	15.2	16	17
Vazão Mássica(kg/h)	6499,42	2924,74	9424,16
Composição das Correntes			
Suco Integral (kg/h)	6499,42	0	0
Adoçante (kg/h)	0	1624,86	0
Água (kg/h)	0	1299,88	0
Néctar (kg/h)	0	0	9424,16
Soma	6499,42	2924,74	9424,16

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesse processo, há uma variação de temperatura por conta da mudança da capacidade calorífica na transformação do suco em néctar. As temperaturas encontradas também foram obtidas por meio de um software, de tal maneira que o processo seja realizado de forma adiabática. Na Tabela 16 tem-se as correntes e seus dados energéticos da mistura do néctar.

Tabela 16 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)			Soma
			Adoçante	Néctar	Água	
15.2	1	5	0	31201,38	0	31201,38
16	1	25	15029,91	0	32497,11	47527,02
17	1	9,67	5814,28	60342,78	12571,41	78728,48

Fonte: Autoria própria (2023)

No processo de fermentação, as transformações do suco ocorrem através do consumo da sacarose (glicose e frutose), simultaneamente à produção e consumo de ácidos, proporcionados pelas fermentações; é válido reafirmar que, deste modo, modifica-se a composição da bebida, atribuindo novas características sensoriais, como alterações na textura, que contribuem também no perfil de sabor e aroma do produto final (GOMES e MALCATA, 1999).

As bactérias lácticas consomem os açúcares disponíveis no meio e produzem ácido láctico, podendo utilizar duas vias fermentativas de açúcares para a produção de metabólitos. No processo apresentado, a fermentação ocorre por meio da glicólise anaeróbica e tem como produto o ácido láctico, esse processo é conhecido como fermentação homoláctica. Desde modo, a fermentação homoláctica, nada mais é que o processo no qual o ácido láctico é o produto da fermentação da glicose, e as bactérias homolácticas podem extrair duas vezes mais energia de uma quantidade definida de glicose do que as heterolácticas (LEROY e DE VUYST, 2004).

No fermentador, tem-se 3 correntes que representam o processo, sendo elas 15.3, 18 e 19. A Figura 20, apresenta o processo de fermentação e suas respectivas correntes.



Fonte: Autoria Própria (2022)

Para a fermentação, foram considerados parâmetros que propiciam as melhores condições para o crescimento e a viabilidade do *L. casei*. Desde modo, com o suco de laranja integral já elaborado, as condições otimizadas para operação serão:

temperatura de fermentação 30°C; pH 6,0; inóculo 2.107 UFC/mL e tempo de fermentação 24 h (ITSARANUWAT, AL-HADDAD e ROBINSON, 2003). A princípio, a densidade é de 1,19 kg/L, com presença inicial já característica (da laranja) de ácido láctico a uma concentração de 3670 mg/L, e com biomassa em torno de 1,04 g/L. Após o processo de fermentação, haverá crescimento de biomassa apresentando o resultado final de 1,7 g/L, levando a um aumento de 12% na densidade do suco probiótico, em comparação com o suco integral.

Devido ao crescimento das células durante o processo de fermentação, a densidade final então será de 1,33 kg/L, já a concentração de ácido láctico na saída foi adotada como 8240 mg/L. Tais modificações acarretam novas características sensoriais, como textura, viscosidade, sabor e aroma do produto final.

No fermentador, as correntes apresentaram os seguintes dados contidos na Tabela 17, que foram desenvolvidos com o auxílio de um software.

**Tabela 17 - Vazões mássicas da fermentação do suco de laranja**

Corrente	15.3	18	19
Vazão Mássica(kg/h)	13038,92	661,87	13660,71
Composição das Correntes			
Suco de laranja integral (kg/h)	12998,84	0,00	13563,77
Ácido Láctico (kg/h)	40,08	0,00	80,36
Sacarose (kg/h)	0,00	649,94	0,00
L.Casei (kg/h)	0,00	11,93	16,58
Soma	13038,92	661,87	13660,71

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Desde modo, como apresentado na Tabela 9, a soma da corrente 19 é a quantidade de suco final probiótico proveniente de laranja do processo de fermentação, 13660,71 kg/h, ou em volume, sendo de 18168,74 L/h.

Nessa etapa, toda corrente 15.3 alimenta o fermentador e começa a liberar energia e espera-se chegar na temperatura de fermentação (30°C) e então começa a operar o resfriamento, para manter esse processo isotérmico e retirar todo calor excedente. Na Tabela 18 estão todos os dados do balanço de energia na fermentação.



Tabela 18 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
			Suco	L. Casei	Sacarose	Ácido láctico	
15.3	1	5	62394,44	0	0	2265,02	64659,46
18	1	25	0	298,50	6011,96	0	6310,46
19.1	1	30	390636,84	184,04	0	27243,73	418064,61
19.2	1	10	130212,28	165,80	0	9081,24	139459,33

Fonte: Autoria própria (2023)

## 7.2 Balanço Material e Energético do Processo do Suco Integral, Néctar e Fermentado de Maçã

Todos os dados e parâmetros utilizados no balanço material e energético global do processo industrial do suco, néctar e fermentado de maçã estão dispostos na Tabela 19.

Tabela 19 - Componentes e suas propriedades (maçã)

Componentes	Quantidade (kg/h)	Cp (kcal/kg.°C) Capacidade calorífica
Maçã	41081,300	0,480
Maçã imprópria	12,350	0,460
Água	9035,200	1
Água sanitária	50,000	0,236
Impurezas orgânicas	205,400	0,420
Bagaço da maçã	12320,700	0,420
Semente	821,400	0,342
Extrato	27105,600	0,752
Conservante	4,040	0,320
Água para o néctar	807,300	1
Adoçante	201,800	0,370
Polpa que sai no <i>finisher</i>	4065,800	0,979
Transformação de polpa no <i>finisher</i>	27105,500	0,979
Polpa que sai no <i>finisher</i> final	2981,600	0,979
Saída de polpa na centrífuga	119,300	0,960
L.CASEI	8,150	1
Ácido málico	-	11,360

Fonte: MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N (2009)

Seguindo os mesmos princípios do processo da laranja, primeiramente foi elaborada a Figura 21 que demonstra o volume de controle da etapa de seleção da maçã e suas correntes de entrada e saída.

**Figura 21 - Volume de controle da seleção da maçã**



Fonte: Autoria Própria (2022)

A corrente de entrada é composta pelas maçãs oriundas dos fornecedores e suas impurezas orgânicas; a corrente 2 são as frutas descartadas por conta de sua inadequação ao processo produtivo e suas sujidades, conseqüentemente, a corrente 3 é formada por todas as maçãs aptas para a próxima etapa, sendo adotado que a cada kg de maçã, 0,03% são inadequadas para a continuidade das atividades. Na Tabela 20 é possível identificar a vazão mássica de cada uma dessas correntes.

**Tabela 20 - Vazões mássicas do processo de seleção das maçãs**

Corrente	1	2	3
Vazão Mássica (kg/h)	41286,73	32,87	41253,86
Composição das Correntes			
Maçã (kg/h)	41081,32	12,32	41069,00
Impurezas orgânicas (kg/h)	205,41	20,54	184,87
Soma	41286,73	32,87	41253,86

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quanto ao balanço de energia, assim como na seleção das laranjas, as maçãs não necessitarão de utilidades, já que a temperatura e pressão no processo se mantêm constantes. As entalpias dos componentes dessa etapa estão exemplificadas na Tabela 21.

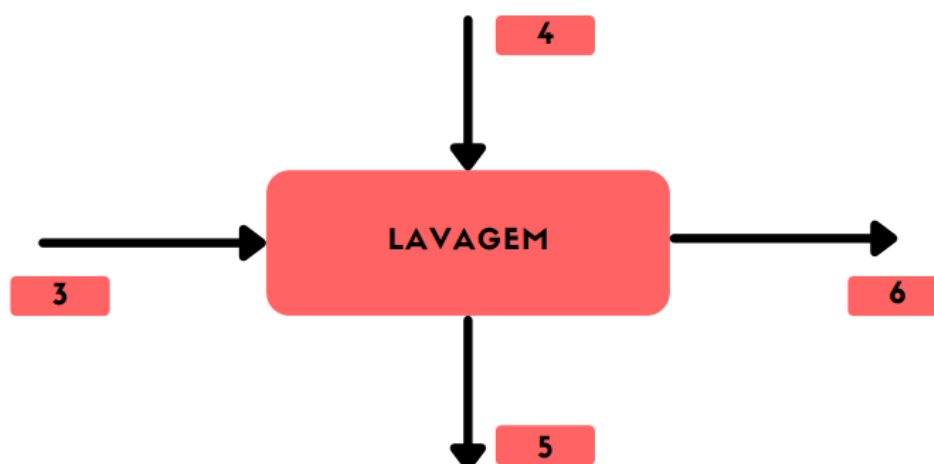
**Tabela 21 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 1, 2 e 3 (maçã)**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Maçã	Impurezas orgânicas	
1	1	25	492975,90	2156,77	495132,60
2	1	25	147,89	215,68	363,57
3	1	25	492828,00	1941,09	494769,10

Fonte: Autoria própria (2023)

Logo após, para a lavagem, foi considerado para as contas o esquema representado na Figura 22.

**Figura 22 - Volume de controle da lavagem das maçãs**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Desta forma, a corrente 3 representa o fluxo de saída da seleção, a corrente 4 os componentes responsáveis pela limpeza das frutas, assim como sua saída total na corrente 5, sobrando na última corrente 6 as frutas limpas e apropriadas para as próximas etapas. Na Tabela 22 tem-se os valores das taxas mássicas de cada corrente desse processo.

**Tabela 22 - Vazões mássicas da lavagem das maçãs**

Corrente	3	4	5	6
Vazão Mássica (kg/h)	41253,86	9084,87	9269,74	41069,00
Composição das Correntes				
Maçã (kg/h)	41069,00	0	0	41069,00
Água (kg/h)	0	9035,18	9035,18	0
Água Sanitária (kg/h)	0	49,69	49,69	0
Impurezas orgânicas (kg/h)	184,87	0	184,87	0
Soma	41253,86	9084,87	9269,74	41069,00

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Durante a lavagem a temperatura e pressão permanecem inalteráveis, dispensando assim o uso de utilidades na etapa, sendo que as entalpias que saem do processo menos as que entram somadas resultam em zero. As entalpias dos componentes presentes da lavagem estão apresentadas na Tabela 23.

**Tabela 23 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 3, 4, 5 e 6 (maçã)**

Corrente (1 atm 25 °C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
	Água	Cloro	Maçã	Impurezas orgânicas	
3	0	0	492828,00	1941,09	494769,10
4	225879,49	293,19	0	0	226172,68
5	225879,50	293,19	0	1941,09	228113,80
6	0	0	492827,98	0	492827,98

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Em seguida, tem-se o processo de extração do suco de maçã, representado pela Figura 23.

**Figura 23 - Volume de controle da extração da maçã**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Este processo, tem como prioridade a retirada do miolo da maçã, onde se localiza a parte mais dura e com sementes, deixando apenas o extrato para o suco. Tem-se que a maçã possui cerca de 30% de bagaço, nos quais é composto por casca e polpa (miolo) e 4% de sementes no seu interior, que sairá pela corrente 7 (GUILHERME; BOLHANO, 2016).

Desta maneira, ao receber a corrente 6 oriunda da lavagem, as frutas passam pela extratora. Assim como no processo da laranja, sendo adotado uma porcentagem final para o extrato de 25% de teor de polpa, e ao final na corrente 8, chegará o extrato da maçã juntamente com as sementes (TETRA PAK, 1998).

Os dados do balanço de massa contendo as informações da extratora para maçã estão apresentados na Tabela 24.

**Tabela 24 - Vazões mássicas da extração da maçã**

Corrente	6	7	8
Vazão Mássica (kg/h)	41069,00	12321,00	27926,90
Composição das Correntes			
Maçã (kg/h)	41069	0	0
Bagaço(kg/h)	0	12321,00	0
Semente(kg/h)	0	0	821,37
Extrato	0	0	27105,53
Soma	41069,00	12321,00	27926,90

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

O balanço energético do processo de extração, que consiste na transformação da maçã em polpa, é caracterizado como sendo endotérmico, e a operação é realizada

de maneira termicamente isolado, adiabático; assim, pelos mesmos motivos do balanço energético da laranja, ocorre uma redução de temperatura entre a entrada e a saída. A Tabela 25 demonstra os dados da extração

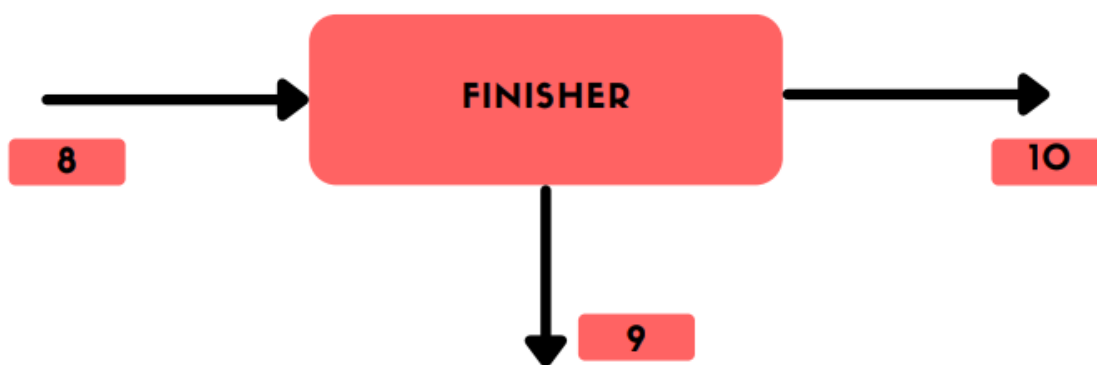
**Tabela 25 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 6, 7 e 8 (Maçã)**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
			Maçã	Bagaço	Semente	Polpa	
6	1	25	492827,98	0	0	0	492827,98
7	1	15,18	0	78629,45	4261,90	0	82891,35
8	1	15,18	0	0	7018,70	402917,90	409936,60

Fonte: Autoria própria (2023)

Logo adiante, o extrato retirado é levado para o *finisher*, conforme apresentado na Figura 24.

**Figura 24 - Volume de controle do *finisher* da maçã**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesse estágio, ocorre uma retirada mais profunda de impurezas contidas no líquido para o suco. Portanto, seguindo o mesmo processo da laranja, nessa fase ao receber da extratora a corrente 8, saíra pela corrente 9 toda a porcentagem de sementes contidas ali, e a polpa se encaminhará para corrente 10, saindo em forma de suco mais o teor de polpa de 11% ao final do *finisher* (TETRA PAK, 1998). Essas correntes e suas respectivas vazões mássicas são apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 - Vazões mássicas do *finisher* da maçã

Corrente	8	9	10
Vazão Mássica(kg/h)	27927,38	4887,21	23039,7
Composição das Correntes			
Suco (kg/h)	0	0	20058,1
Polpa (kg/h)	27106	4065,83	2981,6
Semente (kg/h)	821,38	821,38	0
Soma	27927,38	4887,21	23039,7

Fonte: Autoria Própria (2022)

Seguindo os mesmos princípios da extração, o processo do *finisher* apresenta uma transformação da polpa em suco, porém, nessa etapa há um aumento da capacidade calorífica dos componentes, conseqüentemente, ocorre um aumento de temperatura. A Tabela 27 apresenta os dados referentes ao *finisher*.

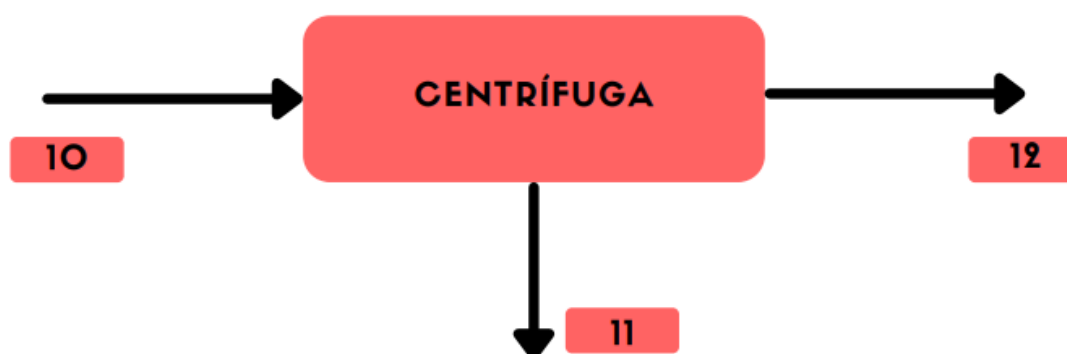
Tabela 27 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 8, 9 e 10 (Maçã)

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)			Soma
			Polpa	Semente	Suco	
8	1	15,18	402917,90	7018,69	0	409936,60
9	1	24,22	96438,95	6800,61	0	103239,60
10	1	24,22	70721,90	0	233218,40	303940,30

Fonte: Autoria própria (2023)

Prosseguindo no processo, o suco que sai do *finisher* passa para a centrífuga como mostra a Figura 25.

Figura 25 - Volume de controle da centrifugação da maçã



Fonte: Autoria Própria (2022)

Recebendo a corrente 10, o suco entra na centrifugação para a retirada de últimas impurezas e materiais sólidos da fruta que ainda estão inteiros. Esta sai pela corrente 11, e ao final na corrente 12, tem-se o suco com o leve teor de polpa de cerca de 4% pronto para ser levado para a mistura (TETRA PAK, 1998). Na Tabela 28 são especificadas as vazões mássicas de cada uma dessas correntes.

**Tabela 28 - Vazões mássicas da centrífuga da maçã**

Corrente	10	11	12
Vazão Mássica(kg/h)	23039,7	2862,34	20177,4
Composição das Correntes			
Suco (kg/h)	20058,1	0	20058,1
Polpa (kg/h)	2981,6	2862,34	119,3
Semente (kg/h)	0	0	0
Soma	23039,7	2862,34	20177,4

Fonte: Aatoria Própria (2022)

Na centrífuga ocorre um processo isotérmico, ou seja, não há mudança na temperatura das correntes, já que se trata de uma separação. Os dados energéticos desse processo estão estabelecidos na Tabela 29.

**Tabela 29 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 10, 11 e 12 (Maçã)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Polpa	Suco	
10	1	24,22	70721,90	233218,40	303940,30
11	1	24,33	66866,86	0	66866,86
12	1	24,33	2786,12	234287,30	237073,40

Fonte: Aatoria própria (2023)

Após o suco sair da centrífuga, a corrente 12 será direcionada para o processo de pasteurização, representado na Figura 26. Assim como no suco de laranja, o suco de maçã também será aquecido até 90°C, com a finalidade de matar microrganismos, e logo em seguida, será resfriado, evitando a formação de microrganismos desfavoráveis ao suco (TETRAPAK, 1998).



Figura 26 - Volume de controle da pasteurização da maçã



Fonte: Autoria Própria (2022)

Como já citado, há uma variação de temperatura, da mesma forma que o processo de pasteurização da laranja. O aquecimento eleva a temperatura até 90°C e depois para realizar o resfriamento e retirar todo esse calor, que leva a corrente até a 5°C, é utilizado o fluido refrigerante. Esse processo é caracterizado por ser termicamente isolado, adiabático. A Tabela 30, explicita as correntes presentes na pasteurização.

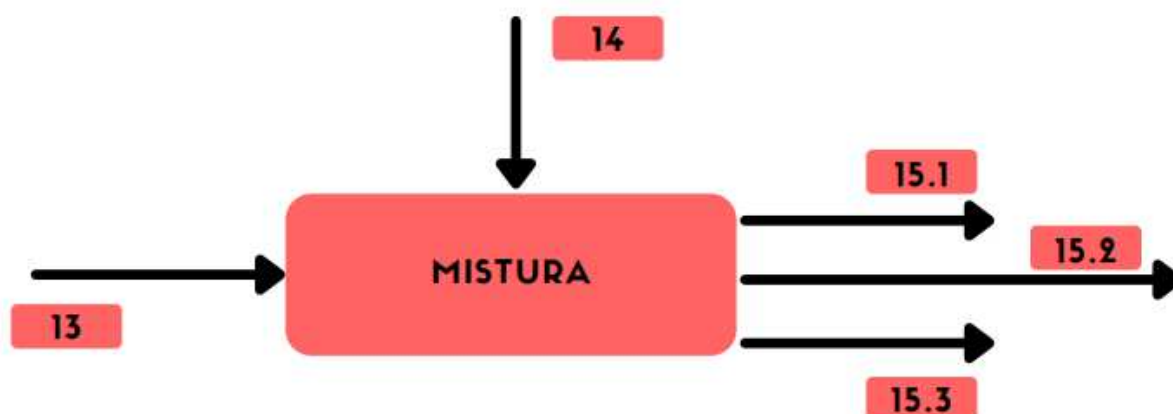
**Tabela 30 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 12 e 13 (Maçã)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Polpa	Suco	
12	1	24,33	2786,12	234287,30	237073,40
13.1 Aquecimento	1	90	10304,44	1733019,72	1743324,17
13.2 Resfriamento	1	5	572,47	96278,87	96851,34

Fonte: Autoria própria (2023)

A corrente 13 que sai da pasteurização será direcionada à um tanque de mistura, onde uma corrente 14 fornecerá o conservante para este suco, a fim de se obter um produto com uma maior durabilidade, esse processo é representado pela Figura 27.

Figura 27 - Volume de controle da mistura da maçã



Fonte: Autoria Própria (2022)

No tanque de mistura têm-se as correntes 13 e 14 entrando, que são o suco e o conservante, respectivamente. A corrente 15 possui 3 divisões, que serão direcionados para outros setores, sendo que a corrente 15.1 é o suco integral finalizado, a corrente 15.2 é a corrente que irá para o tanque de mistura para o néctar e a corrente 15.3 será direcionada para o fermentador. Abaixo tem-se a Tabela 31 com os valores das vazões das correntes do tanque de mistura.

Tabela 31 - Vazões mássicas da mistura de maçã

Corrente	13	14	15.1	15.2	15.3
Vazão Mássica (kg/h)	20177,363	4,0355	8072,56	4036,28	8072,56
Composição das Correntes					
Maçã (suco + extrato) (kg/h)	20177,363	0	0	0	0
Conservante (kg/h)	0	4,0355	0	0	0
Suco Integral (kg/h)	0	0	8072,56	4036,28	8072,56
Néctar (kg/h)	0	0	0	0	0
Suco para o fermentado (kg/h)	0	0	0	0	0
Soma	20177,363	4,0355	8072,56	4036,28	8072,56

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nessa etapa é dispensada o uso de utilidades, já que não ocorre qualquer alteração nas características químicas, na temperatura ou pressão no processo. Os dados do balanço energético da mistura estão expostos na Tabela 32.

Tabela 32 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 13, 14 e 15 (Maçã)

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)					Soma
			Suco	Conservante	Integral	Néctar	Fermentado	
13	1	5	9685 1,34	0	0	0	0	96851,3 4
14	1	25	0	32,28	0	0	0	32,28
15	1	5	0	0	38753,4 5	19376, 73	38753,45	96883,6 3

Como o suco de maçã possui uma densidade maior comparado ao de laranja, que é 1:1, ao final deste processo, transforma-se a vazão mássica em vazão volumétrica, utilizando a equação 2.

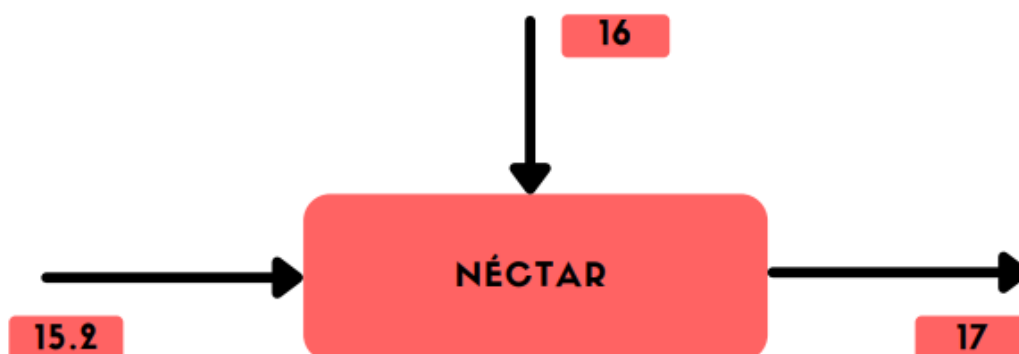
$$Vazão\ volumétrica = \frac{Vazão\ Mássica}{densidade} \quad (2)$$

Tendo a densidade do suco de maçã de 1,035 kg/L (RIZZON, 2005).

Utilizando a Equação 2, obteve-se os seguintes valores de vazão volumétrica, para as correntes 15.1, 15.2 e 15.3, 5979,68 L/h , 2989,84 L/h e 5979,68 L/h, respectivamente.

Em seguida, a corrente 15.2 que será direcionada para o tanque de produção do néctar de maçã, na qual são adicionados água e açúcar pela corrente 16, onde, entram 4036,3 kg/h de suco de maçã pela corrente 15.2 e entram 201,81 kg/h de adoçante e 807,26 kg/h de água, especificado na Figura 28.

Figura 28 - Volume de controle da mistura do néctar da maçã



Fonte: Autoria Própria (2022)

Abaixo segue a Tabela 33 com as respectivas quantidades que irão entrar no tanque de mistura do néctar.

Tabela 33 - Vazões mássicas do néctar de maçã

Corrente	15.2	16	17
Vazão Mássica(kg/h)	4036,28	1009,07	5045,35
Composição das Correntes			
Suco Integral (kg/h)	4036,28	0	0
Adoçante (kg/h)	0	201,81	0
Água (kg/h)	0	807,26	0
Néctar (kg/h)	0	0	5045,35
Soma	4036,28	1009,07	5045,35

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesse processo, acontece uma variação de temperatura por conta da mudança da capacidade calorífica na transformação do suco em néctar. As temperaturas encontradas também foram obtidas por meio do *software Solver*. Na Tabela 34 tem-se as correntes e seus dados energéticos da mistura do néctar.

**Tabela 34 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17 (Maçã)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)			Soma
			Adoçante	Néctar	Água	
15.2	1	5	0	19376,73	0	19376,73
16	1	25	1866,78	0	20181,40	22048,18
17	1	25	650,29	33744,53	7030,11	41424,92

Fonte: Autoria própria (2023)

Analogamente ao processo industrial da laranja, as bactérias lácticas incrementadas no processo de fermentação, consomem os açúcares disponíveis no meio para produzir ácido láctico. Contudo, o suco integral de maçã também contém ácido málico, e desta forma, o ácido málico é transformado em ácido láctico por ação da bactéria láctica (esta fermentação é denominada maloláctica) (GUMP e PRUETT, 1993).

O fermentador apresenta 3 correntes que representam o processo, sendo elas 15.3, 18 e 19. A Figura 29 apresenta o processo de fermentação e suas respectivas correntes.



Fonte: Autoria Própria (2022)

Para a fermentação do suco de maçã, são parâmetros igualmente do processo do suco de laranja, buscando obter maior crescimento e a viabilidade do *L. casei*. Desde modo, as condições otimizadas para operação são: temperatura de fermentação 30°C; pH 6,0; inóculo 2.107 UFC/mL e tempo de fermentação 24 h

(ITSARANUWAT, AL-HADDAD e ROBINSON, 2003). A princípio, a densidade no início da fermentação é de 1,035 kg/L (Adaptado de LAZZAROTTO, 2012), com a presença inicial de ácido láctico a uma concentração de 2977 mg/L e de ácido málico de 3116 mg/L. Após o processo de fermentação, há o mesmo aumento de 12% na densidade do suco probiótico de maçã, em comparação com o suco integral, devido ao crescimento das células durante o processo de fermentação. Logo, a densidade final será de 1,16 kg/L. Já a concentração de ácido láctico na saída atinge valores na faixa de 4335 mg/L e de ácido málico se reduz para 393 mg/L, já que o mesmo auxilia na formação do ácido láctico. Quando analisadas as concentrações de ácido láctico e ácido málico, ocorre uma produção de 31% de ácido láctico e redução de 87% de ácido málico. Deste modo, essas transformações acarretaram novas características sensoriais do produto final (VARNAM e SUTHERLAND, 1999).

No fermentador, as correntes envolvidas estão apresentadas na Tabela 35, que foram desenvolvidos com o auxílio da ferramenta solver, no Excel.

**Tabela 35 - Vazões mássicas do fermentado do suco de maçã**

Corrente	15.3	18	19
Vazão Mássica(kg/h)	8120,07	411,78	8484,34
Composição das Correntes			
Suco de maçã integral (kg/h)	8072,56	0,00	8439,57
Ácido Láctico (kg/h)	23,21	0,00	30,19
Ácido Málico (kg/h)	24,30	0,00	2,74
Sacarose (kg/h)	0,00	403,63	0,00
<i>L. Casei</i> (kg/h)	0,00	8,15	11,84
Soma	8120,07	411,78	8484,34

Fonte: Autoria Própria (2022)

Desde modo, como apresentado na Tabela 35, a soma da corrente 19 é a quantidade de suco final probiótico de maçã proveniente do processo de fermentação, 8484,34 kg/h, ou em volume, sendo de 8781,29 L/h.

Nessa etapa, como já explicado no processo da laranja, ocorre reação. Sendo que toda corrente 15.3 alimenta o fermentador e começa a liberar energia e espera-se chegar na temperatura de fermentação (30°C), explicitada como a corrente 19.1 e então começa a operar o resfriamento, para manter esse processo isotérmico e retira todo calor excedente, o produto final é representado pela corrente 19.2 já na temperatura de armazenamento. Na Tabela 36 estão todos os dados da fermentação.

**Tabela 36 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.3, 18, 19.1 e 19.2 (Maçã)**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)					Soma
			Suco	L.Casei	Sacrose	Ácido láctico	Ácido málico	
15.3	1	5	38748,29	0	0	1311,89	1380,44	41440,61
18	1	5	0	40,74	746,71	0	0	787,45
19.1	1	30	243059,60	355,16	0	10233,91	932,71	254581,40
19.2	1	10	81019,88	118,39	0	3411,30	310,90	84860,47

Fonte: Autoria própria (2023)

### 7.3 Balanço Material e Energético do Processo do Suco Integral e Néctar de Limão

Da mesma maneira, com princípios idênticos aos outros dois processos, os componentes necessários para a produção dos produtos no sabor limão são identificados na Tabela 37.

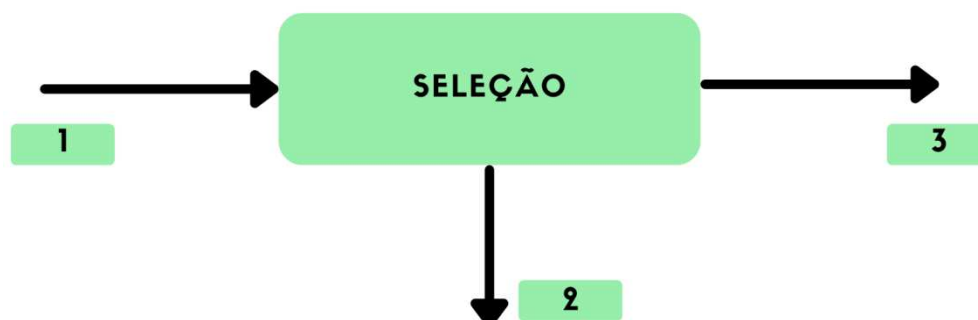
**Tabela 37 - Componentes e suas propriedades (limão)**

Componentes	Quantidade (Kg/h)	Cp (kcal/kg. °C) Capacidade calorífica
Limão	40572,200	0,460
Limão impróprio	4,060	0,460
Água	8925,000	1
Água sanitária	223,100	0,236
Impurezas orgânicas	202,900	0,420
Bagaço do Limão	18256,000	0,420
Semente	811,400	0,342
Extrato	20689,800	0,752
Conservante	2,600	0,320
Sacarose	258,400	0,370
Água para o néctar	1033,500	1
Polpa que sai no <i>finisher</i>	5586,200	0,979
Transformação de polpa no <i>finisher</i>	20689,800	0,979
Polpa que sai no <i>finisher</i> no final	2275,900	0,979
Saída de polpa na centrífuga	91,000	0,960

Fonte: MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N (2009)

Assim, inicialmente pode-se considerar uma representação do processo de seleção das frutas de limão como na Figura 30.

Figura 30 - Volume de controle da seleção dos limões



Fonte: Autoria Própria (2022)

De forma análoga aos dois últimos processos, a corrente 1 é formada por limões e suas sujidades, a corrente 2 é composta pelos limões inadequados e suas impurezas sendo estabelecido 0,01% de limões inaptos para cada 1 kg de fruta. Já na corrente 3 estão as frutas próprias para o processo e suas impurezas que serão retiradas durante a lavagem. As taxas mássicas dessas correntes são expressas na Tabela 38.

Tabela 38 - Vazões mássicas da seleção dos limões

Corrente	1	2	3
Vazão Mássica(kg/h)	40775,04	24,34	40750,70
Composição das Correntes			
Limão (kg/h)	40572,18	4,06	40568,13
Impurezas orgânicas (kg/h)	202,86	20,29	182,57
Soma	40775,04	24,34	40750,70

Fonte: Autoria Própria (2022)

O balanço de energia para a seleção dos limões dispensa o uso de utilidades, pois não há transformações químicas e nem alteração na temperatura ou pressão do processo. As entalpias das correntes desse processo estão explicitadas na Tabela 39.

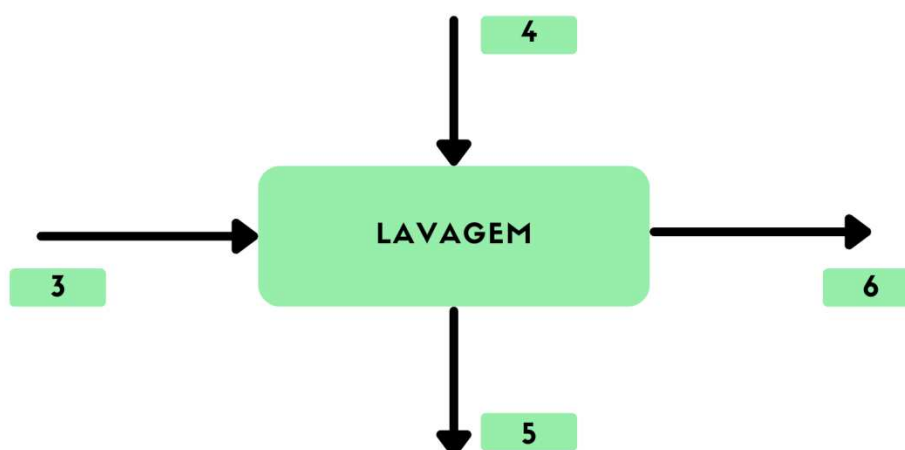


**Tabela 39 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 1, 2 e 3 (limão)**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Limão	Impurezas orgânicas	
1	1	25	466580,1	2130,04	468710,2
2	1	25	46,65801109	213,0039637	259,6619748
3	1	25	466533,5	1917,036	468450,5

Fonte: Autoria própria (2023)

Consequinte, para a lavagem, considera-se o volume de controle da Figura 31.

**Figura 31 - Volume de controle da lavagem dos limões**

Fonte: Autoria Própria (2022)

Para essa etapa, considera-se a corrente 3 sendo formada pelo fluxo de saída da seleção, as correntes 4 e 5 são compostas pela água e a água sanitária para higienização na entrada e saída, sendo que na corrente 5 tem-se também as impurezas removidas dos limões. Portanto, o último fluxo de saída tem apenas os limões adequados para o processo produtivo. Na Tabela 40 pode-se observar as vazões de cada uma dessas correntes, em kg/h.

**Tabela 40 - Vazões mássicas da lavagem dos limões**

Corrente	3	4	5	6
Vazão Mássica(kg/h)	40750,70	9148,11	9330,69	40568,13
Composição das Correntes				
Limão (kg/h)	40568,13	0	0	40568,13
Água (kg/h)	0	8924,99	8924,99	0,00
Água Sanitária (kg/h)	0	223,12	223,12	0,00
Impurezas orgânicas(kg/h)	182,57	0	182,57	0,00
Soma	40750,70	9148,11	9330,69	40568,13

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Assim como na seleção, o balanço energético da lavagem demonstra que não será necessário o uso de quaisquer utilidades, por conta da inalteração da temperatura e pressão do processo. Na Tabela 41 estão dispostas as entalpias presentes na etapa de lavagem dos limões.

**Tabela 41 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 3, 4, 5 e 6 (limão)**

Corrente (1 atm 25 °C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
	Água	Cloro	Limão	Impurezas orgânicas	
3	0	0	466533,50	1917,04	468450,50
4	223124,69	1316,44	0	0	224441,13
5	223124,70	1316,44	0	1917,04	226358,20
6	0	0	466533,45	0	466533,45

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Na Figura 32, está apresentado o balanço de massa da extração do limão.

Figura 32 - Volume de controle da extração do limão



Fonte: Autoria Própria (2022)

Para a fruta do limão o processo de extração será igual as demais, e desse total, 45% se tornarão em bagaço, que será considerado resíduo industrial, e sairá pela corrente 7. A quantidade de semente deste é aproximadamente de 4%, e continuará no processo até corrente 8, no qual irá sair juntamente com o extrato produzido, que terá um teor de polpa final de 25% padronizado das demais frutas, mostrados na Tabela 42 (MENDONÇA *et al.*, 2007).

Tabela 42 - Vazões mássicas da extração do limão

Corrente	6	7	8
Vazão Mássica(kg/h)	40568,12	18256	21501,1
Composição das Correntes			
Limão (kg/h)	40568,12	0	0
Bagaço(kg/h)	0	18256	0
Semente(kg/h)	0	0	811,36
Extrato	0	0	20689,74
Soma	40568,12	18256	21501,1

Fonte: Autoria Própria (2022)

Na extração, em que o limão é transformado em polpa, seguindo os mesmos princípios dos processos anteriores, é caracterizado como sendo endotérmico, termicamente isolado, adiabático, por isso apresenta uma redução da temperatura. A Tabela 43 representa os dados da extração.

**Tabela 43 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 6, 7 e 8 (Limão)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
			Limão	Bagaço	Semente	Polpa	
6	1	25	466533,45	0	0	0	466533,45
7	1	16,38	0	125681,10	4541,47	0	130222,57
8	1	16,38	0	0	4541,47	331769,40	336310,90

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a saída da extratora, o extrato gerado é encaminhado para o *finisher*, representado na Figura 33.

**Figura 33 - Volume de controle do *finisher* do limão**

Fonte: Autoria Própria (2022)

Para o *finisher*, o extrato gerado chegará pela corrente 8, e nele é retirado grande parte da polpa que ainda está com gomos e toda a semente é retirada pela corrente 9, assim produzindo um suco com menos impurezas saindo pela corrente 10. A porcentagem final para o *finisher* se iguala as demais frutas, obtendo um teor final de 11 % de polpa. O balanço material está apresentado na Tabela 44 (TETRA PAK, 1998).

**Tabela 44 - Vazões mássicas do finisher do limão**

Corrente	8	9	10
Vazão Mássica(kg/h)	21501,1	6397,59	15103,54
Composição das Correntes			
Suco (kg/h)	0	0	12827,64
Polpa (kg/h)	20689,74	5586,23	2275,9
Semente (kg/h)	811,36	811,36	0
Soma	21501,1	6397,59	15103,54

Fonte: Autoria Própria (2022)

No *finisher* a polpa do limão se transforma em suco, no entanto, nessa etapa tem-se o aumento da capacidade calorífica dos componentes, conseqüentemente, ocorre um aumento de temperatura. A Tabela 45 apresenta os dados referentes ao balanço energético no *finisher*.

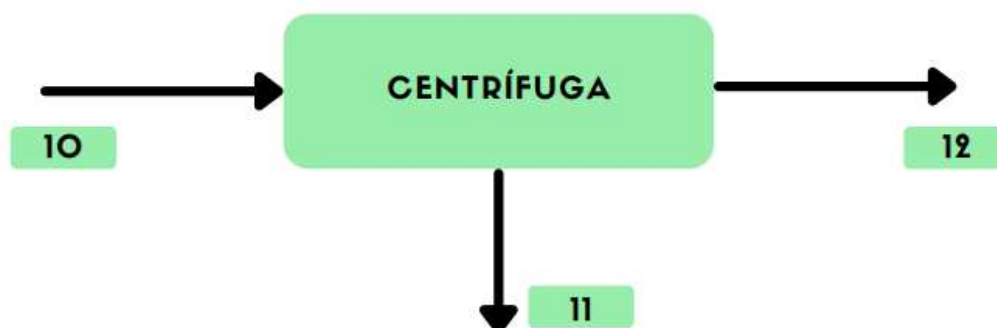
**Tabela 45 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 8, 9 e 10 (Limão)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)			Soma
			Polpa	Semente	Suco	
8	1	16,38	331769,40	4541,47	0	336310,90
9	1	26,68	112020,50	7399,10	0	119419,60
10	1	26,68	59458,09	0	157433,20	216891,30

Fonte: Autoria própria (2023)

O suco produzido pelo *finisher* é encaminhado para a próxima etapa, a centrífuga, representada no diagrama da Figura 34.

**Figura 34 - Volume de controle da centrifugação do limão**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na centrifugação, que é a parte final do processo, para a retirada de sólidos indesejados do líquido do suco, representa-se o processo pela entrada da corrente 10 que vem do *finisher*, e quaisquer resíduos restantes são retirados através da corrente 11. Com isso, o teor de polpa final será de aproximadamente 4%, (TETRA PAK, 1998d). As vazões na centrífuga estão apresentadas na Tabela 46.

**Tabela 46 - Vazões mássicas da centrífuga do limão**

Corrente	10	11	12
Vazão Mássica(kg/h)	15103,54	2184,84	12918,67
Composição das Correntes			
Suco (kg/h)	12827,64	0	12827,64
Polpa (kg/h)	2275,9	2184,84	91,03
Semente (kg/h)	0	0	0
Soma	15103,54	2184,84	12918,67

Fonte: Autoria Própria (2022)

Como já dito anteriormente, a centrifugação é caracterizada por ser isotérmica, ou seja, não apresenta mudança na temperatura das correntes, já que se trata de uma separação. Os dados energéticos desse processo estão estabelecidos na Tabela 47.

**Tabela 47 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 10, 11 e 12 (Limão)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Polpa	Suco	
10	1	26,68	59458,09	157433,20	216891,30
11	1	26,68	57092,03	0	57092,03
12	1	26,68	2332,19	157467,10	159799,30

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a centrífuga o suco de limão da corrente 12 é levado para o pasteurizador, que fará um tratamento térmico no suco, deixando-o mais seguro para o consumo e mantendo o sabor e a qualidade (TETRA PAK, 1998).

**Figura 35 - Volume de controle da pasteurização do limão**

Fonte: Autoria Própria (2022)

Assim como os processos anteriores, tem-se uma variação de temperatura. Primeiramente, o aquecimento eleva a temperatura até 90°C e depois é utilizado um fluido refrigerante para chegar à temperatura de 5°C. A Tabela 48 explicita as correntes presentes na pasteurização.

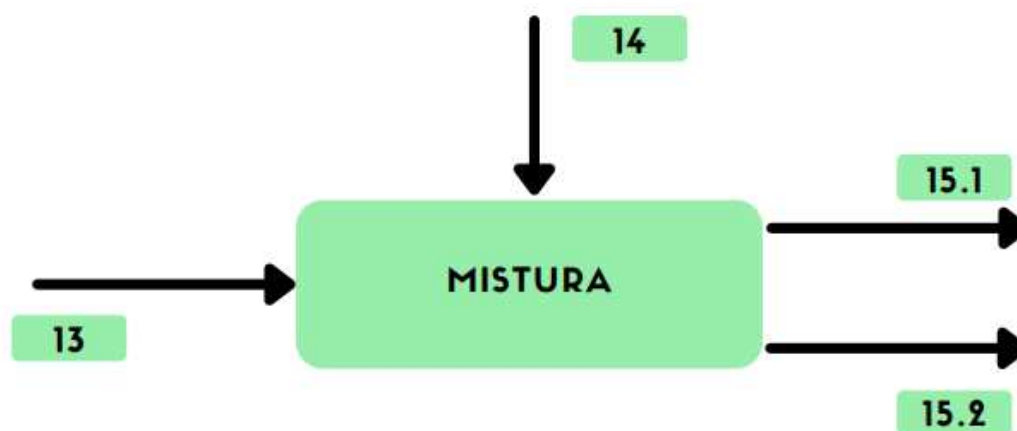
**Tabela 48 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 12 e 13 (Limão)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)		Soma
			Polpa	Suco	
12	1	26,68	2332,19	157467,10	159799,30
13.1 Aquecimento	1	90	7865,413244	1108308,23	1116173,64
13.2 Resfriamento	1	5	436,97	61572,68	62009,65

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a pasteurização a corrente 13 vai direto para o tanque de mistura, onde será adicionado o conservante pela corrente 14 ao suco de limão.

**Figura 36 - Volume de controle da mistura do limão**



Fonte: Autoria Própria (2022)

Após a adição de conservante a corrente 15 é dividida em outras duas, onde a corrente 15.1 é direcionada ao suco integral de limão, e a corrente 15.2 é direcionada ao tanque de mistura para o néctar. Na Tabela 49 apresenta-se as correntes e seus valores de vazão mássica.

**Tabela 49 - Vazões mássicas da mistura de limão**

Corrente	13	14	15.1	15.2
Vazão Mássica(kg/h)	12918,7	2,5837	7751,21	5167,47
Composição das Correntes				
Limão (suco + extrato) (kg/h)	12918,7	0	0	0
Conservante (kg/h)	0	2,5837	0	0
Suco Integral (kg/h)	0	0	7751,21	5167,47
Néctar (kg/h)	0	0	0	0
Soma	12918,7	2,5837	7751,21	5167,47

Fonte: Aatoria Própria (2022)

Nessa etapa não é necessário utilidades, já que não há qualquer alteração nas características químicas, na temperatura ou pressão do processo. Os dados do balanço energético da mistura estão expostos na Tabela 50.

**Tabela 50 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 13, 14 e 15 (Limão)**

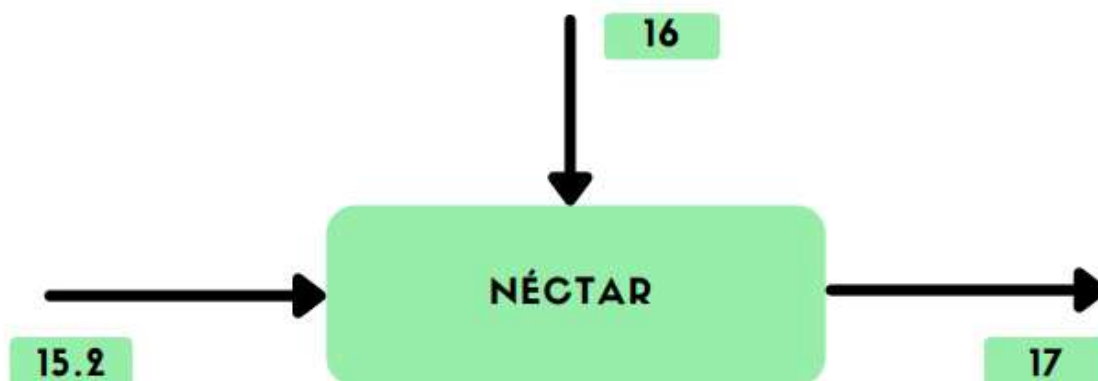
Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)				Soma
			Suco	Conservante	Integral	Néctar	
13	1	5	6200 9,65	0	0	0	62009,6 5
14	1	25	0	20,67	0	0	20,67
15	1	5	0	4,14	37215,7 1	24810, 47	62030,3 2

Fonte: Aatoria própria (2023)

A corrente 15.2 é direcionada ao néctar, onde nesta mistura, ocorre a adição de água e de adoçante. O néctar deve possuir entre 10% a 50% de polpa, e o restante é completado por água, açúcares e conservantes (ABIR,2022). Na Figura 37 é representado o volume de controle dessa operação.



Figura 37 - Volume de controle da mistura de néctar de limão



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Tabela 51, encontram-se os valores que foram adicionados ao suco para a produção de néctar de limão.

Tabela 51 - Vazões mássicas do Néctar de limão

Corrente	15.2	16	17
Vazão Mássica(kg/h)	5167,47	1291,87	6459,34
Composição das Correntes			
Suco Integral (kg/h)	5167,47	0	0
Adoçante (kg/h)	0	258,37	0
Água (kg/h)	0	1033,49	0
Néctar (kg/h)	0	0	6459,34
Soma	5167,47	1291,87	6459,34

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesse processo, há uma variação de temperatura por conta da mudança da capacidade calorífica na transformação do suco em néctar. As temperaturas encontradas também foram obtidas por meio de um *software*, de tal maneira que o processo ocorra de forma adiabática. Na Tabela 52 tem-se as correntes e seus dados energéticos da mistura do néctar.

**Tabela 52 - Valores de pressão, temperatura e entalpia das correntes 15.2, 16 e 17 (Limão)**

Correntes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Entalpia (kcal/ h)			Soma
			Adoçante	Néctar	Água	
15.2	1	5	0	24810,48	0	24810,48
16	1	25	2389,96	0	25837,35	28227,31
17	1	8,71	832,58	43204,30	9000,90	53037,78

**Fonte: Aatoria própria (2023)**

## 8 INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA

Buscando reduzir o consumo energético da I.N.B.F., a empresa irá utilizar como alternativa o reaproveitamento de energia no processo industrial, a integração energética será utilizada no processo de pasteurização.

Assim, o balanço de energia foi realizado para cada pasteurizador presente na planta, totalizando 3 e, deste modo, considerou-se regime permanente, com a variação de energia e cinética desprezível e nos processos de troca térmica não ocorrem variações nas pressões dos fluidos, sendo assim, a variação de energia interna será igual a variação da entalpia.

Os valores de entalpia e entropia utilizados para realizar os cálculos no balanço de energia foram retirados do livro de Moran e Shapiro (2009).

O processo de pasteurização, é posterior ao processo da centrifugação, no qual os sucos apresentam temperatura de saída em torno de 30°C. Durante a pasteurização os sucos são aquecidos até 90°C e posteriormente são resfriados até atingirem em torno de 5°C. Desde modo, como a INFB apresenta uma grande demanda de líquidos, e existe a necessidade de aquecer e resfriar as correntes, revelou-se então a oportunidade de implementar a integração energética nesse processo, em que a empresa irá obter porcentagens bastantes significativas em viés tanto econômico como ambiental, mantendo assim o compromisso da empresa com suas propostas iniciais.

Com os dados de entalpia obtidos no balanço de energia foi possível iniciar a integração.

Inicialmente, foram estipulados intervalos de temperaturas para pré-estabelecer o aquecimento e resfriamento das correntes. Em seguida, com as entalpias foi possível realizar os cálculos, para determinar quanto de energia há em cada corrente de cada intervalo, os resultados para os sabores de suco de laranja, limão e maçã são apresentados nas Tabelas 53, 54 e 55.

**Tabela 53 - Quantidade específica por intervalo para a laranja**

Intervalos de Temperatura (°C)	Pasteurização		Soma kcal/ h.°C
	Resfriamento kcal/ h.°C	Aquecimento kcal/ h.°C	
95 a 85	-	263313,4647	263313,465
85 a 34	-1502365,702	1342898,67	-159467,032
34 a 0	-1001577,135	-	-1001577,13
		<b>Soma Total</b>	<b>-897730,701</b>

Fonte: Autoria própria (2023)

**Tabela 54 - Quantidade específica por intervalo para o limão**

Intervalos de Temperatura (°C)	Pasteurização		SOMA kcal/ h.°C
	Refrigeração kcal/ h.°C	Aquecimento kcal/ h.°C	
95 a 85	-	106263,8213	106263,8213
	-	-	-
85 a 32	620785,4644	563198,2531	57587,21132
	-	-	-
32 a 0	374813,8653	-	374813,8653
			-
		<b>Soma Total</b>	<b>326137,2553</b>

Fonte: Autoria própria (2023)

**Tabela 55 - Quantidade específica por intervalo para a maçã**

Intervalos de Temperaturas (°C)	Pasteurização		SOMA kcal/ h.°C
	Refrigeração kcal/ h.°C	Aquecimento kcal/ h.°C	
95 a 85	-	167361,1952	167361,1952
85 a 29	-1024471,979	937222,6933	-87249,28552
29 a 0	-530530,1319	-	-530530,1319
		<b>Soma Total</b>	<b>-450418,2222</b>

Fonte: Autoria própria (2023)

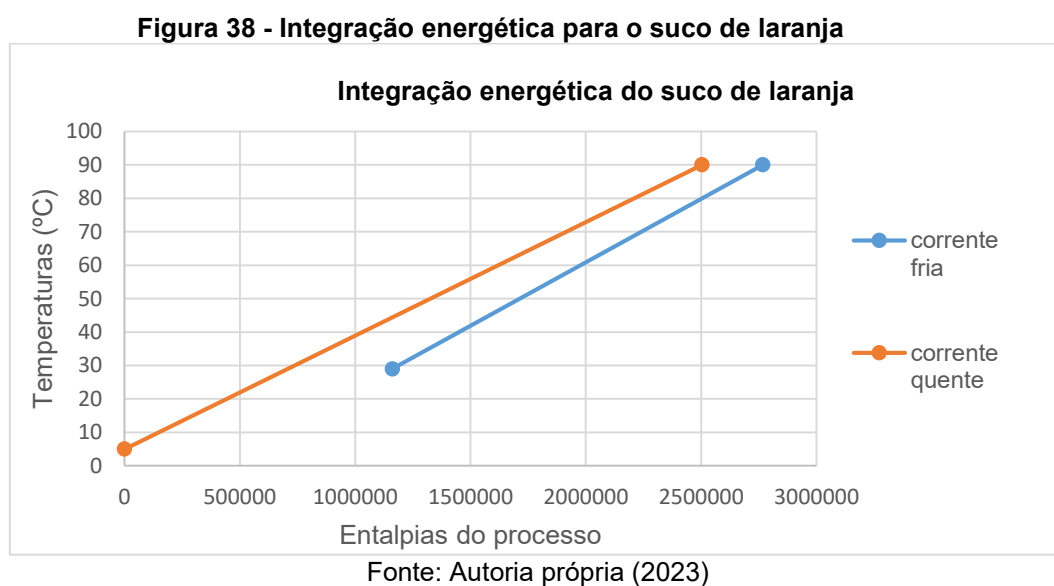
A quantidade presente em cascata de cada corrente de utilidade quente e fria, segue na Tabela 56.

**Tabela 56 - Cascata de energia**

Cascata	
<b>Laranja</b> kcal/ h.°C	
Utilidade Quente	263313,46
Utilidade Fria	1161044,16
<b>Limão</b> kcal/ h.°C	
Utilidade Quente	106263,82
Utilidade Fria	432401,07
<b>Maçã</b> kcal/ h.°C	
Utilidade Quente	167361,19
Utilidade Fria	785140,61

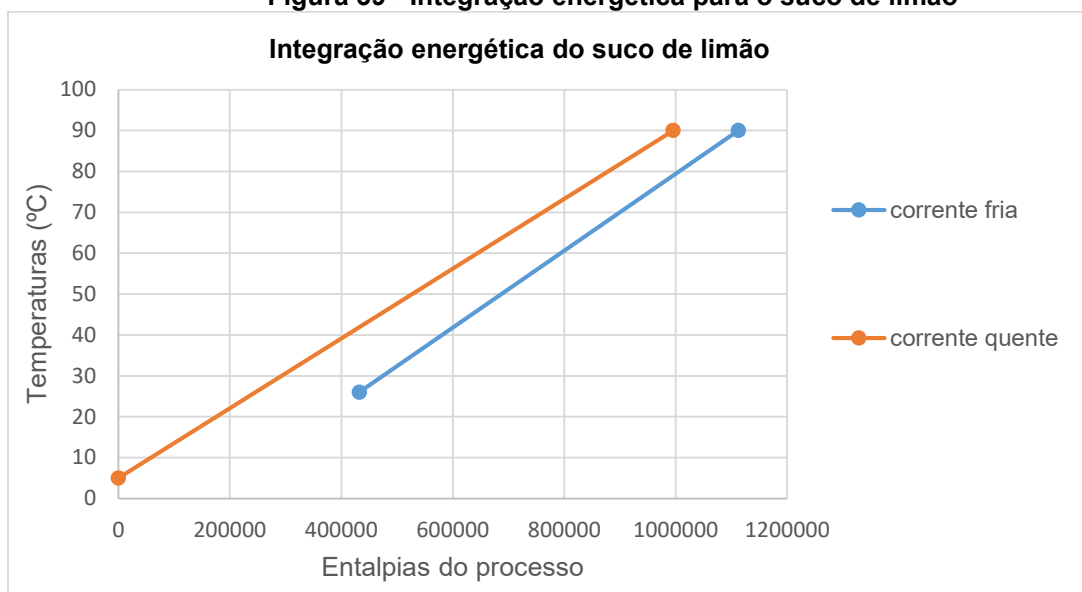
Fonte: Autoria própria (2023)

Deste modo, com os dados obtidos, foi possível elaborar os gráficos para uma melhor visualização do processo de integração. Pela Figura 38 é possível observar que no regenerador do pasteurizador a corrente quente entrará em torno de 42°C e sairá a 90°C e a corrente fria entrará em torno de 30°C e sairá a 80°C.



Já pela Figura 39 é possível observar que no regenerador do pasteurizador a corrente quente entrará em torno de 40°C e sairá a 90°C e a corrente fria entrará em torno de 27°C e sairá a 80°C.

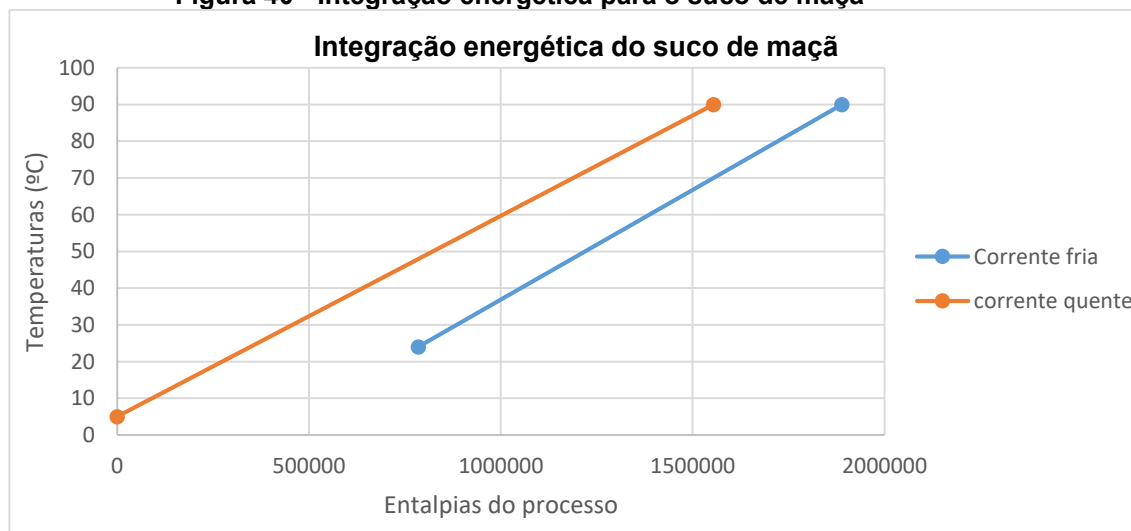
**Figura 39 - Integração energética para o suco de limão**



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 40, é possível observar que no regenerador do pasteurizador a corrente quente entrará em torno de 45°C e sairá a 90°C e a corrente fria entrará em torno de 24°C e sairá em torno de 75°C.

**Figura 40 - Integração energética para o suco de maçã**



Fonte: Autoria própria (2023)

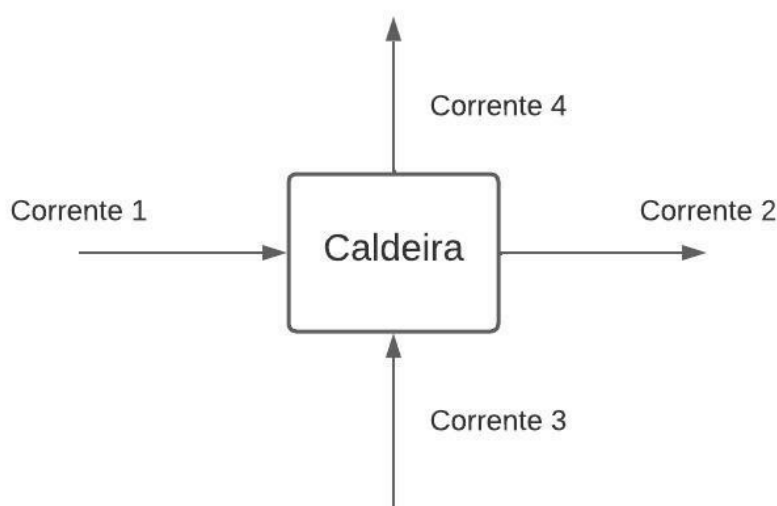
Como a implementação da integração energética foi possível obter uma economia energética de 83,6% no processo do suco de laranja, 75,4% no processo do suco de limão e de 78,7% no processo do suco de maçã.

## 8.1 Caldeira

A partir do cálculo da integração energética achou-se o valor necessário de vazão de vapor dos três sucos, 615634 kg/h, essa vazão foi utilizada para calcular a quantidade de combustível que será necessário na queima da caldeira para aquecer a água.

Na alimentação da caldeira utilizaremos o cavaco e considerando uma queima total deste cavaco, não haverá formação de cinzas na chaminé da caldeira. Na figura 41 abaixo, mostra-se o esquema da caldeira e suas correntes.

**Figura 41 - Diagrama de blocos para a caldeira**



**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Nas correntes 1 e 2, ocorre a entrada e saída de água, respectivamente, na Tabela 57 há as vazões e entalpias dessas correntes.

**Tabela 57 - Valores de pressão, temperatura, vazão mássica e entalpia das correntes 1 e 2**

Corrente	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Vazão Mássica (kg/h)	Entalpia (Kcal/h.°C)
1	1	25	615634	15390848
2	1	120	615634	1739966131

**Fonte: Autoria Própria (2023).**

Na corrente 3 temos o cavaco entrando e também 73% de ar em excesso. A utilização do excesso de ar é para que a queima deste cavaco seja completa. Sendo

assim, na corrente 4 tem-se os gases que saíam da queima e água. Nos cálculos, consideramos que o ar é composto de 21% de gás Oxigênio e 79% de gás Nitrogênio, já para o cavaco, levamos em conta sua composição de 50% de carbono e 6% de água. Na Tabela 58 abaixo tem-se os dados e composições das correntes 3 e 4.

**Tabela 58 - Valores de temperatura, pressão, vazão mássica e entalpia das correntes 3**

Corrente	3		4	
Pressão (atm)	1		1	
Temperatura (°C)	25		130	
	Vazão Mássica (kg/h)	Entalpia (Kcal/h.°C)	Vazão Mássica (kg/h)	Entalpia (Kcal/h.°C)
<b>Composição das Correntes</b>				
Cavaco	315780,5	1800372114	0	0
O <sub>2</sub>	114723	630976,8	253666,5	7254861,7
N <sub>2</sub>	431577,24	2697358	431577,24	2697358
CO <sub>2</sub>	0	0	157890,3	4105146,8
Água	0	0	18946,8	53738897

**Fonte: Autoria Própria (2023).**

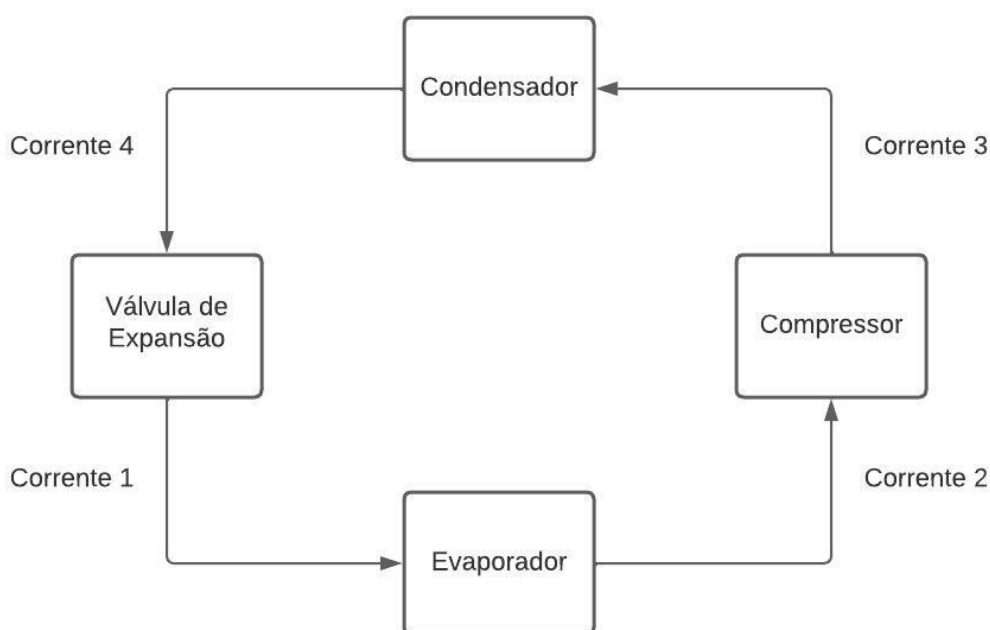
Sendo assim, a quantidade necessária de cavaco para alimentar a caldeira será de 315780,5 Kg/h. Esta quantidade é necessária para aquecer a água e consequentemente fornecer calor para o aquecimento na pasteurização.



## 8.2 Refrigeração

Na etapa de resfriamento o líquido deve ser resfriado de 40°C até 5°C e para este processo utilizaremos o ciclo com evaporador, compressor e válvula de expansão. O líquido refrigerante escolhido foi a amônia e na Figura 42 abaixo, tem-se o diagrama do ciclo.

**Figura 42 - Diagrama de blocos para o processo de resfriamento**



**Fonte: Autoria Própria (2023).**

A diferença na temperatura do líquido na saída do processo de resfriamento e do fluido refrigerante deve ser próxima de 10°C (ETAL, 2018). Sendo assim, utilizou-se uma temperatura de -5°C para a amônia na saída do condensador e do líquido saturado uma temperatura de 50°C. Na passagem pela válvula de expansão o processo é isoentálpico, ou seja, as correntes 1 e 4 são as mesmas. A entalpia da amônia líquida saturada a 50°C é 421,17 KJ/Kg. Já a entalpia da amônia líquida e vapor saturados na temperatura de -5°C é 147 KJ/kg e 1436 KJ/kg, respectivamente. Com esses valores calculou-se a porcentagem de líquido e vapor na corrente 1, utilizando a equação 3 abaixo.

$$h_s = h_1 = x * h_{s\text{líquido}} + (1 - x) * h_{s\text{vapor}} \quad (3)$$

$$421,17 = x * 147 + (1 - x) * 1436$$

$$x = 0,78$$

Sendo assim, a porcentagem de líquido de amônia que será utilizado no processo será 78% do total.

Como temos as entalpias das correntes 1 e 2, pode-se calcular a energia total do evaporador que por balanço será de 1014,83 KJ/Kg. A partir deste valor pode-se calcular a vazão mássica de amônia necessária para o processo todo. Deste modo, utiliza-se a quantidade de utilidades frias calculado na integração energética, que para os 3 sucos obteve um valor de 6361232408 KJ/kg. A partir deste valor é possível calcular a vazão do líquido refrigerante, apresentado na equação 4.

$$\text{Vazão Mássica de amônia} = \frac{\text{Total de utilidades frias}}{\left(\frac{\text{Energia no evaporador}}{4.18}\right)} \quad (4)$$

$$\text{Vazão Mássica de amônia} = 26201362 \text{ kg/h}$$

A partir de todos os valores obtidos, na Tabela 59 abaixo, encontram-se os valores obtidos para corrente do processo de resfriamento.

**Tabela 59 - Dados e valores da etapa de resfriamento**

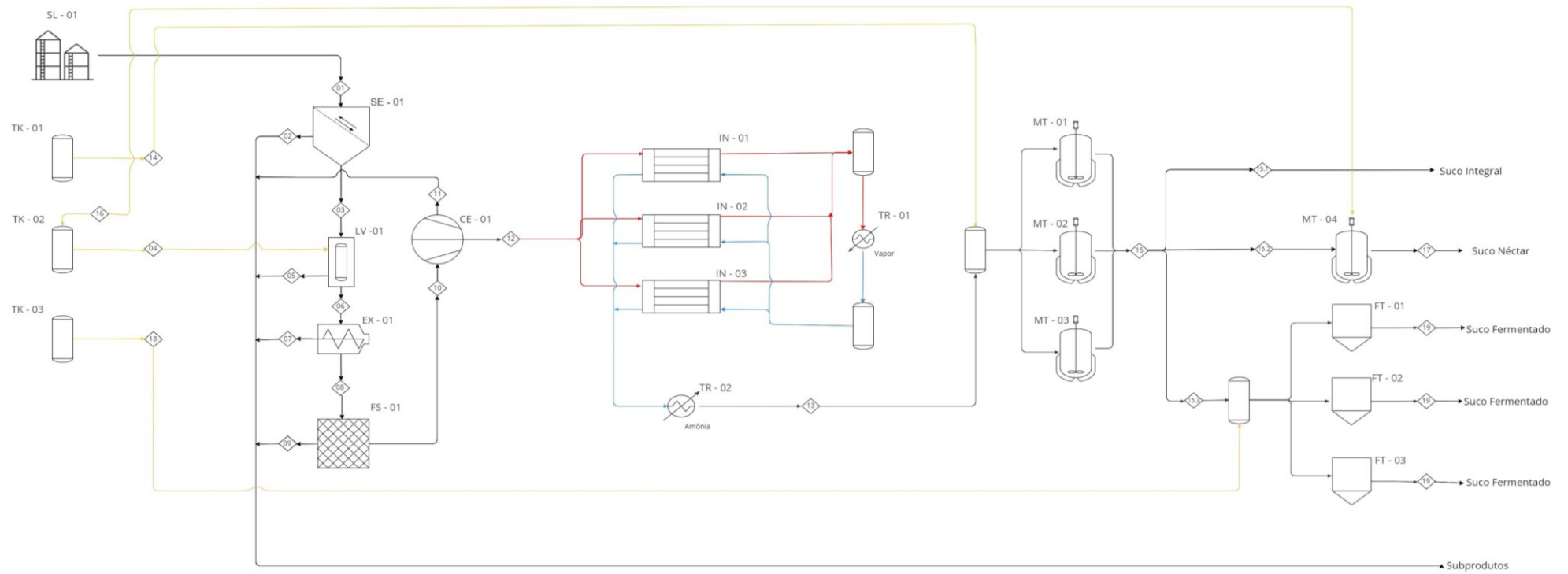
Corrente	Componente	Temperatura (°C)	Pressão (bar)	Vazão Mássica (Kg/h)	Entalpia (Kj/kg)
1	Amônia	-5	1	26201362	421,17
2	Amônia	-5	1	26201362	1436
3	Amônia	140	20	26201362	1737,98
4	Amônia	50	20	26201362	421,17

**Fonte: Autoria Própria (2023).**

Após a etapa de resfriamento o suco sairá a 5°C e será depositado em tanques, onde irá para a etapa de mistura.

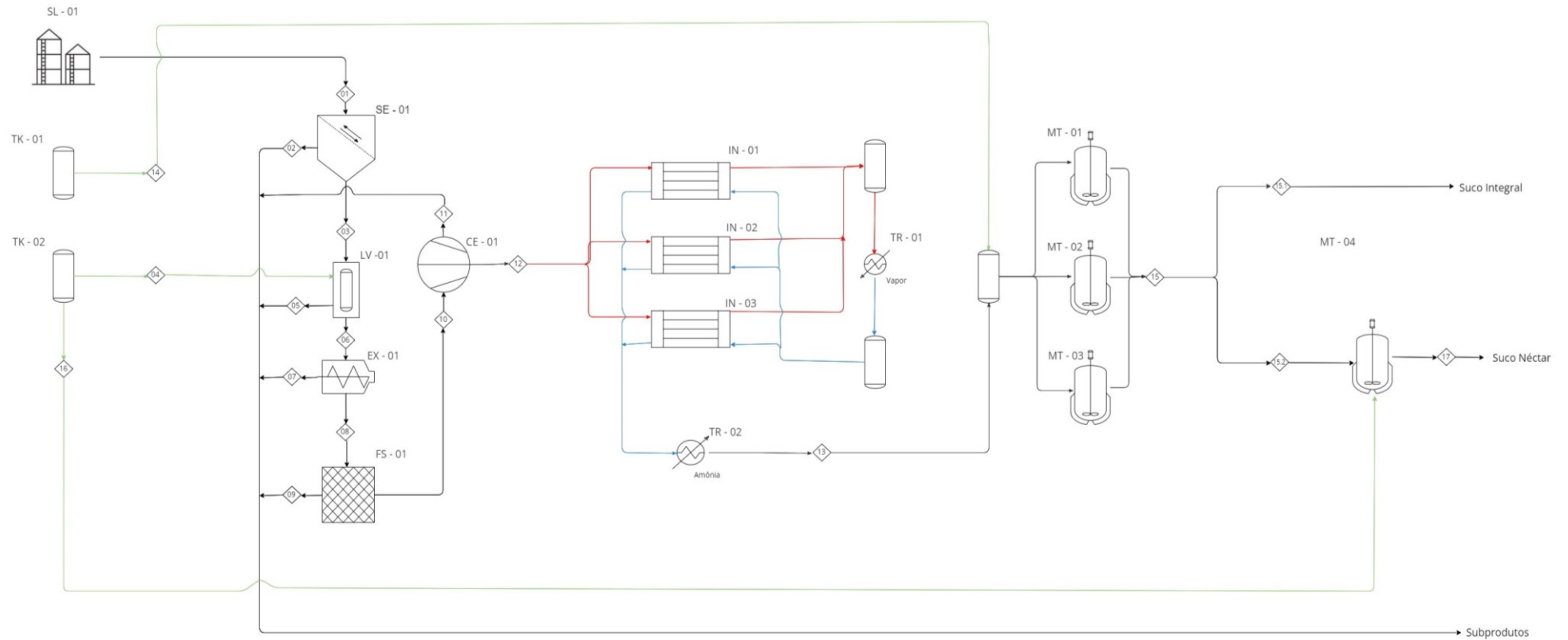
## 9 DIAGRAMA PFD

### 9.1 Diagrama para os sucos de laranja e maçã



Identificação de Equipamentos			
Código	Equipamento	Código	Equipamento
SL-01	Silo de armazenamento	TR-01	Trocador de calor
TK-01	Tanque de conservante	TR-02	Trocador de calor
TK-02	Tanque de água	MT-01	Misturador
TK-03	Tanque de fermento	MT-02	Misturador
SE-01	Seleção	MT-03	Misturador
LV-01	Lavadora	MT-04	Misturador
EX-01	Extrator	FT-01	Fermentador
FS-01	Finisher	FT-02	Fermentador
CE-01	Centrifuga	FT-03	Fermentador
IN-01	Integrador de calor		
IN-02	Integrador de calor		
IN-03	Integrador de calor		

## 9.2 Diagrama para o suco de limão



Identificação de Equipamentos			
Código	Equipamento	Código	Equipamento
SL - 01	Silo de armazenamento	IN - 01	Integrador de calor
TK - 01	Tanque de conservante	IN - 02	Integrador de calor
TK - 02	Tanque de água	IN - 03	Integrador de calor
SE - 01	Seleção	TR - 01	Trocador de calor
LV - 01	Lavadora	TR - 02	Trocador de calor
EX - 01	Extrator	MT - 01	Misturador
FS - 01	Finisher	MT - 02	Misturador
CE - 01	Centrifuga	MT - 03	Misturador
		MT - 04	Misturador

## 10 DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

### 10.1 Armanezamento inicial

Para o armazenamento das frutas, buscou-se a melhor maneira para manter a identificação dos lotes e facilitar o escoamento para o processamento. Em geral, as frutas permanecem no máximo por dois dias estocadas no silo antes de serem mandadas para o processo, com isso os silos utilizados são os mais apropriados para essa finalidade, com subdivisões metálicas, as quais tem como função retirar o peso exercido nas frutas mais inferiores sem machucá-las, que também auxilia na organização dos lotes (SUCOLARA, 2000).

Os silos não necessitam de resfriamento, pois as frutas ficarão por um curto período de tempo. A figura 43, mostra como é feito o armazenamento das frutas para uma indústria de grande porte.

**Figura 43 - Silo apropriado para frutas**



Fonte: Sucolara (2000)

Totalizando serão 4 silos, para a laranja, como teremos uma margem de 5292 toneladas a cada dois dias, iremos utilizar dois silos de armazenagem para de 3000 toneladas cada. Para a maçã teremos um silo de 3000 toneladas, para suportar cerca de 2086,066 toneladas de maçã, e para o limão teremos um silo de 3000 toneladas também, para suportar 2017,734 toneladas.

## 10.2 Extratora

Para o extrator utilizaremos um modelo turbo de extrator a frio, com um pré-rotor com seis facas, combinando assim a redução de tamanho com refinamento, o modelo pré-rotor é apresentado na Figura 44 (JBT, 2021).

Figura 44 - Pré rotor de seis facas

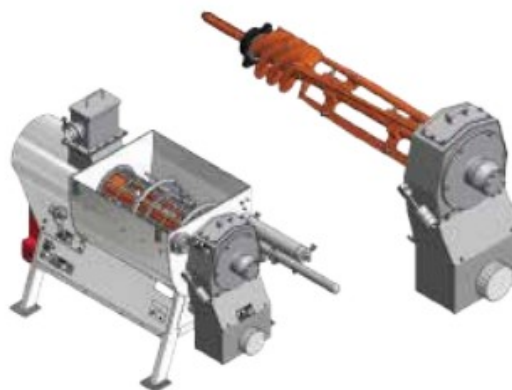


Fonte: JBT (2021)

## 10.3 Finisher

Definido que será o *finisher* de pás, disposto na Figura 45, mais apropriado para aplicações com alto volume de suco quando se deseja obter uma polpa bastante seca. O processo que passa pela extratora e o *finisher* suporta equivalente a  $5 \text{ t.h}^{-1}$  (50 a 90 l/min) (JBT, 2021).

Figura 45 - Finisher de pás



Fonte: JBT (2021)

## 10.4 Centrífuga

A produção do suco de laranja na entrada da centrífuga é perto de 38.000 kg/h, então será utilizada uma centrífuga do tipo *Flottweg*, as quais são as mais apropriadas para a retirada de polpa em sucos, com 45.000 l/h. Já para maçã será utilizado também uma centrífuga de 45000 l/h, visto que a vazão é de 23039kg/l na entrada. E para o limão, será uma de menor quantidade, com 20000 l/h, sendo a vazão inicial na centrífuga é de 15.103 kg/l.

Na figura x, é possível observar o modelo da centrífuga e uma tabela de especificações do fornecedor, para cada volume.

A centrífuga de 45000 l/h, Segundo as especificações do fornecedor, possui as dimensões L x B x H x F, igual a 2000 x 1100x x2000 x 2750, já para a 20000 l/h será 1500 x 1000 x 1700 x 2400, os modelos das duas dimensões de centrífugas estão apresentadas na figura 46 (FLOTTEWG, 2021)

**Figura 46 - Centrífugas separadoras**



**Fonte: Separator Flottweg (2021)**

## 10.5 Pasteurização

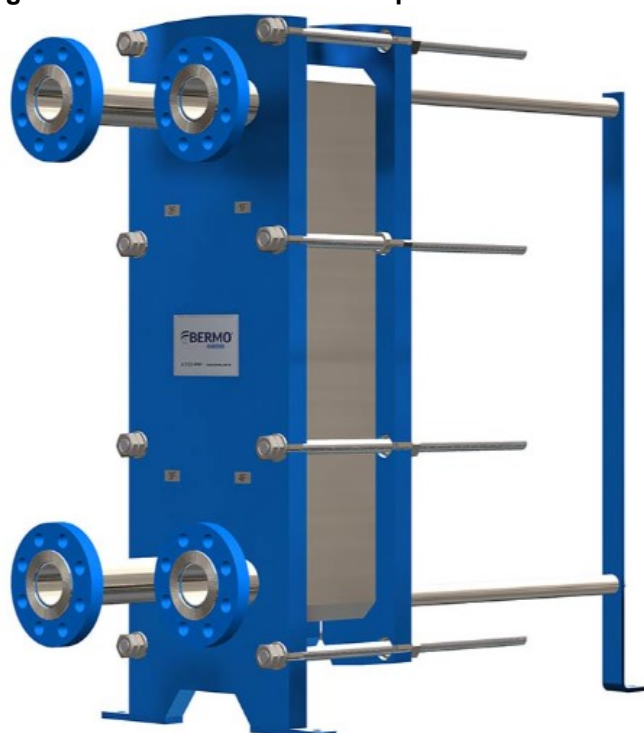
Na pasteurização serão utilizados cinco trocadores de calor para cada fruta, onde três deles serão de tubo duplo e dois serão de placas. O fato de utilizar-se muitos trocadores é por conta da capacidade de processamento dos trocadores, e também, a vazão da produção ser muito alta, sendo assim, utilizaremos trocadores de calor sob medida, todas as áreas dos trocadores de calor apresentados, são provenientes dos cálculos realizados a partir do balanço material e energético.

A laranja possuirá 3 trocadores bitubulares com as seguintes áreas de troca térmica: 250, 150 e 20 metros quadrados. A área de troca dos trocadores da maçã

será dois trocadores com área de 90 m<sup>2</sup> e um de 10m<sup>2</sup>. E por fim, o limão terá trocadores com área de 90, 50 e 10m<sup>2</sup>.

Os trocadores de placas, apresentado na Figura 47, não serão sob medida, eles possuirão um tamanho padrão, os 6 trocadores. Eles serão de Aço Carbono, revestido em aço inox, terão uma área de transferência de 30 m<sup>2</sup>, 920 mm de altura, 320 mm de largura e comprimento de 1500 mm. Este trocador possui uma taxa de vazão de 16 quilogramas por Segundo (BERMO, 2023).

**Figura 47 - Trocador de calor de placas semi-soldado**



Fonte: BERMO (2023).

## 10.6 Tanques

Os tanques possuirão uma capacidade de até 200000L, com dimensões de 9000x2628x3400mm. Os tanques serão adiabáticos, ou seja, manterão as bebidas na temperatura de 5°C. O material dos tanques será em aço inox 304L.

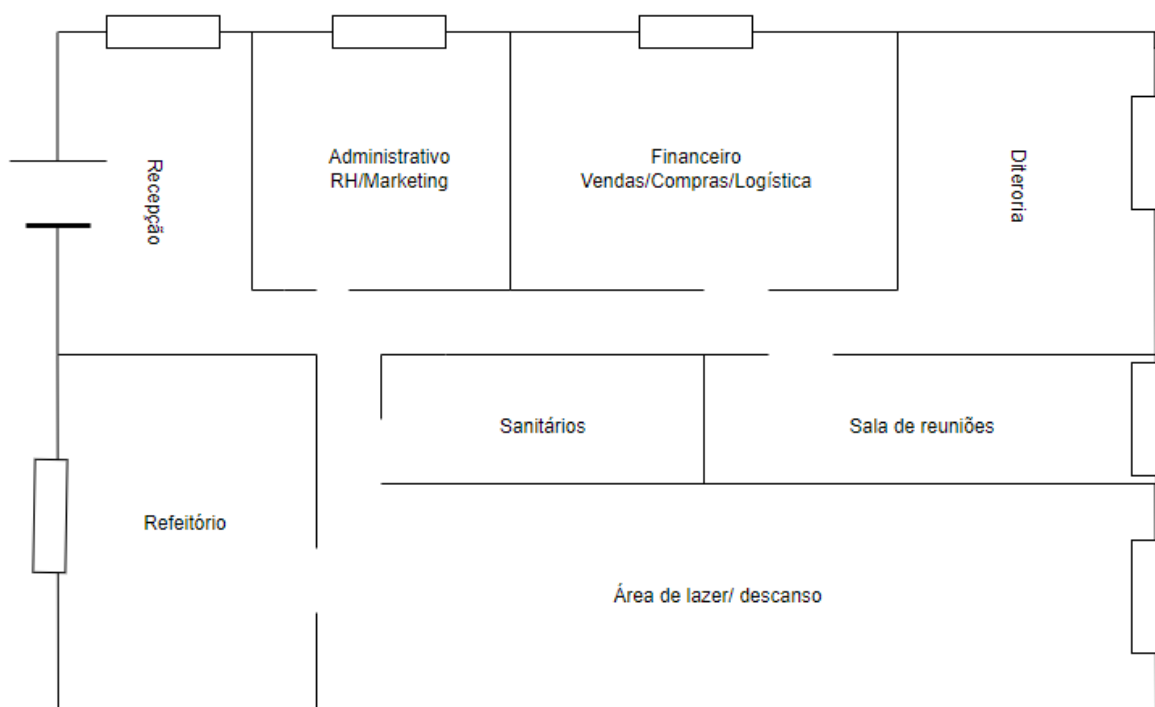
Os tanques terão capacidade de 60000L, com 4000 mm de diâmetro e 72000 mm de altura. São constituídos de aço inoxidável 304L.



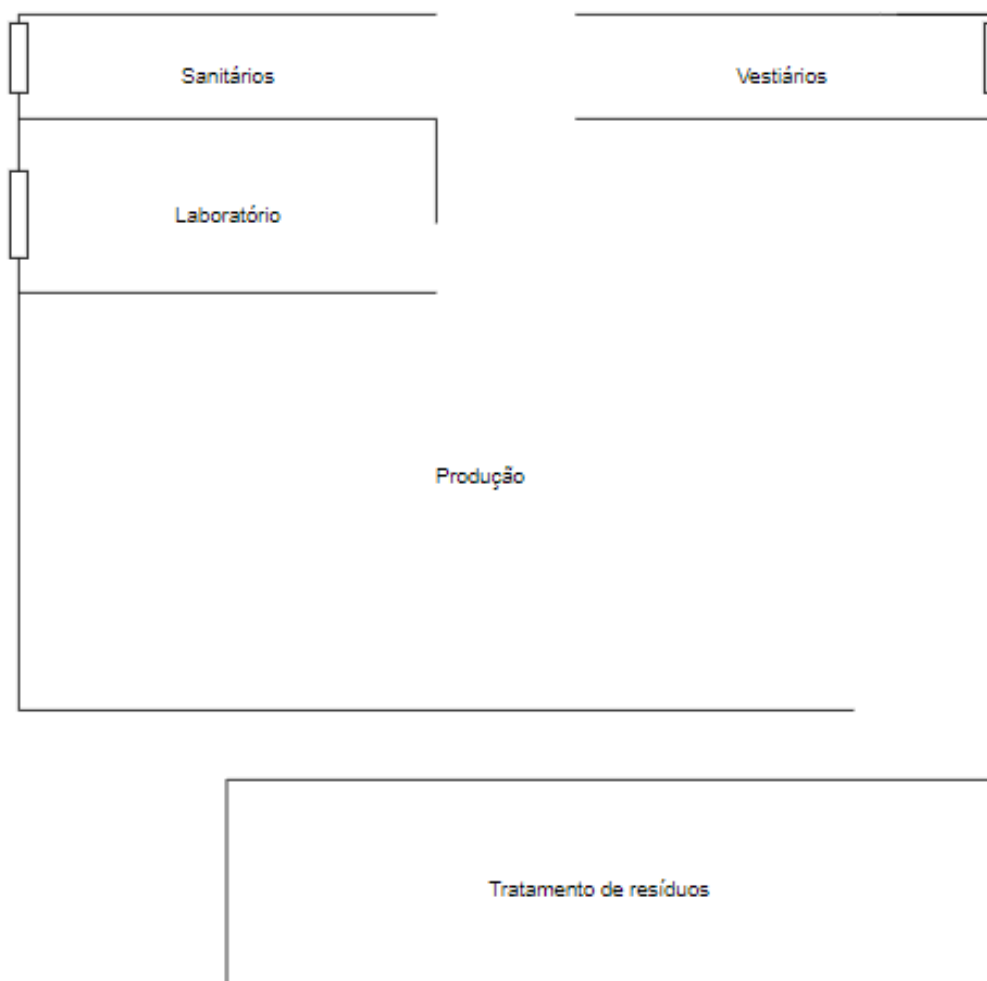
## 11 LAYOUT

O *layout* da I.N.B.F., é composto por os dois prédios, um administrativo e o outro voltado para a produção, o qual foi organizado de forma para que se possa aproveitar de melhor maneira possível o terreno disponível. Nas Figuras 48 e 49 é possível observar o *layout*.

Figura 48 - Prédio 1



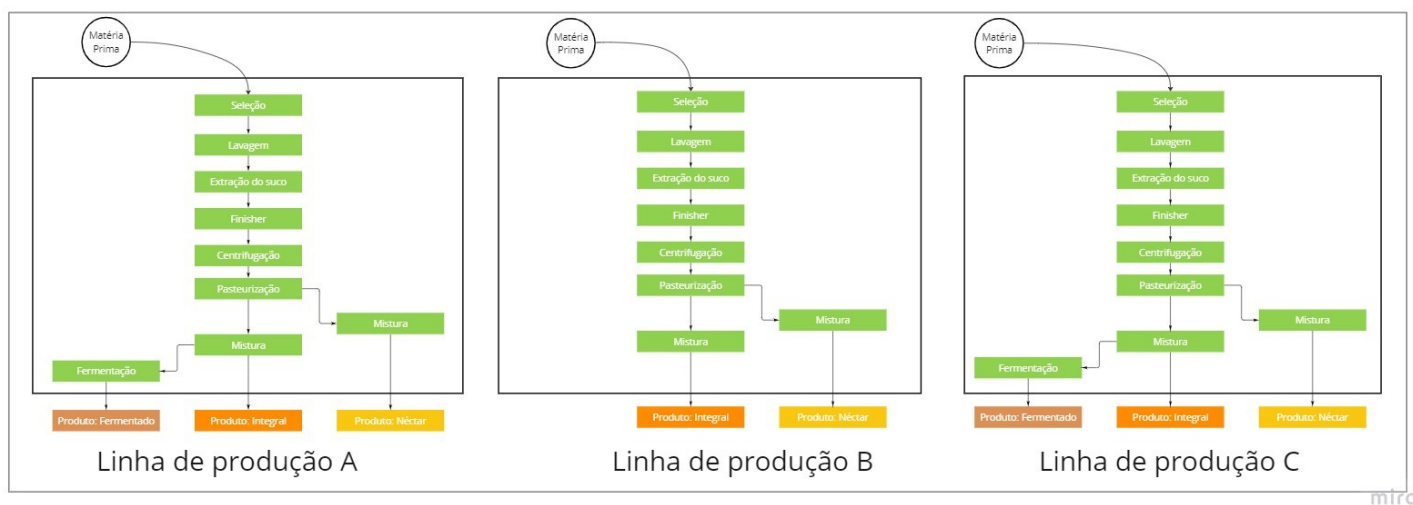
Fonte: Autoria própria (2023)

**Figura 49 - Prédio 2****Prédio 2 - Produção**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Na Figura 50 é apresentado, o *layout* de linha de produção da I.N.B.F., para um melhor entendimento, atendendo aos requisitos de alocação das tarefas nas estações de trabalho para minimizar tempos ociosos e os gargalos da linha.

Figura 50 - Layout linha



Fonte: Autoria própria (2023)

## **12 ANÁLISE FINANCEIRA**

Segundo Lima (2019), para o profissional, o mercado financeiro é de extrema importância e muito rigoroso, e desenvolvendo agilidade e capacidade para se inserir nesse ramo, pode-se garantir um futuro no que se refere aos investimentos, conhecendo seus riscos e os retornos de sua aplicabilidade em projetos industriais.

Um processo de análise de viabilidade de projetos, necessita de conhecimentos prévios para as tomadas de decisões em sua implantação, buscando a origem de seus capitais e como estão relacionadas as dimensões do investimento de retorno (ALMEIDA; AUGUSTINI, 2020a).

A análise econômica a ser realizada, traz como objetivo o controle e planejamento financeiro, desde o capital inserido inicialmente aos custos operacionais do empreendimento.

O Investimento fixo vem ao começo da aplicação de capital, para se adquirir bens, tais como estrutura, prédios, equipamentos e outros utensílios que é pedido ao início do negócio (SEBRAE, 2019).

Para iniciar o projeto da I.N.B.F., é preciso investir um capital para a construção da planta no terreno escolhido que fica em Limeira, São Paulo. O tempo estimado para que toda a estruturação fique pronta foi de 6 meses, e nesse tempo será realizado cursos e treinamentos com os colaboradores entre outras despesas necessárias como documentações e algumas taxas que não se enquadram nos incentivos fiscais fornecido pelo município.

Para a construção das áreas administrativas e de produção entre outros itens citados anteriormente, estimou-se um gasto de cerca R\$32.378.870,08 para a construção e mão de obra da empresa, sem geração de lucros.

### **12.1 Investimentos fixos**

Os investimentos fixos não se alteram com a quantidade da produção ou venda da empresa, ou seja, não estão ligados diretamente com a atividade operacional do projeto, não se alterando os valores inseridos no fluxo de caixa (ALMEIDA; AUGUSTINI, 2020b) um dos custos fixos que deveria ser considerado é a água, no

entanto a I.N.B.F. opera com auxílio de um poço artesiano, então não será considerado como um custo.

### 12.1.1 Pré-operacionais

Para se iniciar as atividades dentro de uma empresa é necessário que haja um pontapé inicial, na parte de operações da indústria. Para os pré-operacionais, foram considerados os EPI's, importação e manutenção dos equipamentos, investimentos anuais, nesse último consta toda a parte preparatória, como treinamento de equipe e licenças, obtenção de alvarás, sistema de incêndio, investimento em novas tecnologias e mobiliário. Os valores dos custos pré-operacionais se encontram na Tabela 60.

**Tabela 60 - Custos pré-operacionais**

<b>Investimento</b>	<b>Valor</b>
EPI	R\$36.794,17
Importação de equipamentos	R\$18.397.085,68
Manutenção de equipamentos	R\$10.302.367,98
Investimentos anuais	R\$459.965.562,90
<b>Total</b>	<b>R\$ 488.701.810,73</b>

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

### 12.1.2 Equipamentos

O investimento necessário para adquirir todos os equipamentos para as três linhas de produção da I.N.B.F. foi calculado separadamente, e em alguns deles foi necessário a conversão do dólar atual, que está em cerca de R\$4,94 no mês de junho de 2023 (INVESTING, 2023).

A seguir, na Tabela 61, temos os custos dos equipamentos para a produção do suco de laranja.

**Tabela 61 - Equipamentos para a laranja**

<b>Custo dos equipamentos para laranja</b>			
<b>Equipamentos</b>	<b>Laranja</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total Laranja</b>
Silo de armazenamento de frutas	US\$ 7.500.000,00	2	US\$ 7.500.000,00
Esteira	US\$ 30.765,00	1	US\$ 30.765,00
Lavadora	US\$ 409.953,78	1	US\$ 409.953,78
Extratora	US\$ 386.343,68	1	US\$ 386.343,68
<i>Finisher</i>	US\$ 198.197,33	1	US\$ 198.197,33
Centrífuga	US\$ 108.100,00	1	US\$ 108.100,00
Tanque de pasteurização	US\$ 2.207.954,20	1	US\$ 2.207.954,20
Tanque de mistura	US\$ 538.112,33	2	US\$ 1.076.224,67
Armazenamento do integral	US\$ 283.800,00	1	US\$ 283.800,00
Tanque de mistura do néctar	US\$ 260.817,33	2	US\$ 521.634,66
Tanque de armazenamento do néctar	US\$ 517.100,00	1	US\$ 517.100,00
Tanque de fermentação	US\$ 356.286,97	3	US\$ 1.068.860,92
Tanque do conservante	US\$ 328.500,00	3	US\$ 985.500,00
Tanque de armazenamento fermentado	US\$ 334.600,00	3	US\$ 1.003.800,00
Trocador de calor/ Integrador	US\$ 31.591,30	3	US\$ 94.773,88
Trocador da finalização do aquecimento	US\$ 14.262,38	1	US\$ 14.262,38
Trocador da parte final	US\$ 58.598,27	1	US\$ 58.598,27

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Para a produção do suco de maçã, utilizou-se o mesmo procedimento que o anterior, e seus dados de custos estão dispostos na tabela 62.

**Tabela 62 - Equipamentos para a maçã**

<b>Custo dos equipamentos para maçã</b>			
<b>Equipamento</b>	<b>Maçã</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total Maçã</b>
Silo de armazenamento de frutas	US\$ 3.750.000,00	1	US\$ 3.750.000,00
Esteira	US\$ 30.765,00	1	US\$ 30.765,00
Lavadora	US\$ 165.015,46	1	US\$ 165.015,46
Extratora	US\$ 201.073,81	1	US\$ 201.073,81
<i>Finisher</i>	US\$ 198.197,33	1	US\$ 198.197,33
Centrífuga	US\$ 108.100,00	1	US\$ 108.100,00
Tanque de pasteurização	US\$ 2.207.954,20	1	US\$ 2.207.954,20
Tanque de mistura	US\$ 486.702,35	2	US\$ 973.404,69
Armazenamento do integral	US\$ 251.600,00	1	US\$ 251.600,00
Tanque de mistura do néctar	US\$ 235.899,46	2	US\$ 471.798,91
Tanque de armazenamento do néctar	US\$ 275.900,00	1	US\$ 275.900,00
Tanque de fermentação	US\$ 322.248,15	3	US\$ 966.744,46
Tanque do conservante	US\$ 278.700,00	3	US\$ 836.100,00
Tanque de arm. fermentado	US\$ 300.800,00	3	US\$ 902.400,00
Trocador/ Integrador	US\$ 15.437,87	3	US\$ 46.313,62
Trocador finalização do aquecimento	US\$ 10.315,83	1	US\$ 10.315,83
Trocador final	US\$ 42.383,55	1	US\$ 42.383,55

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Igualmente aos custos calculados anteriores, temos a produção do limão, com apenas uma diferença, nesse não há a produção do suco fermentado e por isso não consta os equipamentos desse processo na tabela 63 mostrada abaixo.

**Tabela 63 - Equipamentos para a limão**  
**Custo dos Equipamentos**

<b>Equipamento</b>	<b>Limão</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total Limão</b>
Silo de armazenamento de frutas	US\$ 3.750.000,00	1	US\$ 3.750.000,00
Esteira	US\$ 30.765,00	1	US\$ 30.765,00
Lavadora	US\$ 163.002,80	1	US\$ 163.002,80
Extratora	US\$ 154.807,97	1	US\$ 154.807,97
<i>Finisher</i>	US\$ 198.197,33	1	US\$ 198.197,33
Centrífuga	US\$ 106.100,00	1	US\$ 106.100,00
Tanque de pasteurização	US\$ 2.207.954,20	1	US\$ 2.207.954,20
Tanque de mistura	US\$ 386.751,05	2	US\$ 773.502,10
Armazenamento do integral	US\$ 248.600,00	1	US\$ 248.600,00
Tanque de mistura do néctar	US\$ 260.817,33	2	US\$ 521.634,66
Tanque de armazenamento do néctar	US\$ 313.600,00	1	US\$ 313.600,00
Trocador/ Integrador	US\$ 16.457,59	3	US\$ 49.372,76
Trocador finalização do aquecimento	US\$ 7.617,72	1	US\$ 7.617,72
Trocador final	US\$ 31.298,08	1	US\$ 31.298,08

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Na tabela 64 a seguir, se tem a soma de todos os custos para as três linhas de produção, e incluindo um tanque de água que será de uso igualitário para os três SUCOS.

**Tabela 64 - Custos totais finais dos equipamentos**

Custo dos equipamentos finais	
Equipamentos	Total
Silo de armazenamento de frutas	US\$ 15.000.000,00
Esteira	US\$ 92.295,00
Lavadora	US\$ 737.972,04
Extratora	US\$ 742.225,47
<i>Finisher</i>	US\$ 594.591,98
Centrífuga	US\$ 322.300,00
Tanque de pasteurização	US\$ 6.623.862,60
Tanque de mistura	US\$ 2.823.131,47
Armazenamento do integral	US\$ 784.000,00
Tanque de mistura do néctar	US\$ 1.515.068,23
Tanque de armazenamento do néctar	US\$ 1.106.600,00
Tanque de fermentação	US\$ 2.035.605,38
Tanque do conservante	US\$ 1.821.600,00
Tanque de arm. Fermentado	US\$ 1.906.200,00
Trocador/ Integrador	US\$ 190.460,26
Trocador finalização do aquecimento	US\$ 32.195,93
Trocador final	US\$ 132.279,90
Tanque de armazenamento de água (100 mil litros)	US\$ 59.900,00
<b>Total final em dólares</b>	<b>US\$ 36.520.288,25</b>
<b>Total final em reais</b>	<b>R\$ 180.410.223,97</b>

Fonte: Autoria Própria (2023)

### 12.1.3 Folha de pagamento

Visando o controle dos gastos gerados na empresa, a folha de pagamento dos funcionários terá seu custo fixado, com a pretensão na qualidade de seus colaboradores e não na quantidade. Dentro do valor calculado será ofertado aos funcionários cursos, bolsas com descontos para pós-graduação, benefícios como planos médicos e odontológicos, vale alimentação, vale transporte e *gympass*, além adicionais noturnos, FGTS, 13º salário e INSS.

Pensando nisso, e com o propósito de oferecer um emprego de qualidade que gere um maior desempenho dos colaboradores, com escala de trabalho flexível, a folha de pagamento da I.N.B.F. girará em torno dos R\$11.774.134,84, para os funcionários seguindo o organograma da empresa.



## 12.2 Despesas variáveis

Os custos variáveis são a soma de todas as despesas que ocorrem alguma alteração durante o percurso, como gastos com energia, matéria-prima, cavaco e venda de subprodutos (SEBRAE, 2019).

### 12.2.1 Energia elétrica

Segundo a NG Solar (2023), o custo cobrado em kWh na CPFL Paulista, para os industriais e comerciais, gira em torno de R\$0,98. Para fazer a estimativa gasta nos equipamentos usados no processo de produção, levou-se em conta a potência em kW de todo o maquinário, e os valores calculados estão na tabela 65 a seguir.

**Tabela 65 - Gastos de energia elétrica**

Equipamentos	Quantidade	Potência (Kw)	Potência total por hora	Valor gasto por hora	Valor gasto por dia	Valor gasto por ano
Extratora	3	15	45	R\$ 44,10	R\$ 1.058,40	R\$ 381.024,00
Finisher	3	15	45	R\$ 44,10	R\$ 1.058,40	R\$ 381.024,00
Centrifuga 1	2	17,6	35,2	R\$ 34,50	R\$ 827,90	R\$ 298.045,44
Centrifuga 2	1	8,8	8,8	R\$ 8,62	R\$ 206,98	R\$ 74.511,36
Pasteurização	3	5,88	17,64	R\$ 17,29	R\$ 414,89	R\$ 149.361,41
<b>Total</b>					<b>R\$ 3.566,57</b>	<b>R\$ 1.283.966,21</b>

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

### 12.2.2 Matéria-prima

As matérias-primas usadas na I.N.B.F. serão as frutas, laranja, maçã e limão, o conservante utilizado para adquirir o tempo de armazenamento necessário e estocagem, e a bactéria *Lactobacillus Casei*, usada na etapa da fermentação. Para poder custear, inicialmente pegou-se toda a entrada de matéria-prima na entrada da produção que está em kg/, e o preço dos fornecedores por quilograma de cada, como mostrado na tabela 66.

**Tabela 66 - Quantidade entrada e preço por kg**

Matéria prima	Kg/h - MP	Preço por Kg
Laranja	102039,47	R\$ 1,89
Limão	40572,2	R\$ 0,90
Maçã	41081,3	R\$ 4,41
L. casei	20,08	R\$ 1.050,00
Conservante	13,11	R\$ 34,99
Água	2085,04	-

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Em seguida, foram feitos os cálculos de gastos por dia, mês e por ano, esses estão dispostos na tabela 67, além disso considerou-se um aumento de 20% no valor final por conta da variação de preço durante o ano e imprevistos que possam acontecer durante o transporte.

**Tabela 67 - Custos diários, mensais e anuais**

Matéria prima	kg/dia	kg/ano	t/ano	Valor anual / t
Laranja	R\$ 4.628.510,36	R\$ 1.666.263.729,31	R\$ 1.666.263,73	R\$ 1.666.263,73
Limão	R\$ 876.359,52	R\$ 315.489.427,20	R\$ 315.489,43	R\$ 315.489,43
Maçã	R\$ 4.348.044,79	R\$ 1.565.296.125,12	R\$ 1.565.296,13	R\$ 1.565.296,13
L. Casei	R\$ 506.195,42	R\$ 182.230.352,03	R\$ 182.230,35	R\$ 182.230,35
Conservante	R\$ 11.015,41	R\$ 3.965.547,08	R\$ 3.965,55	R\$ 3.965,55
Total sem os 20% adicionais				R\$ 3.733.245,18
<b>Total final</b>				<b>R\$ 4.479.894,22</b>

Fonte: Aatoria Própria (2023)

### 12.2.3 Água e Cavaco

Para a produção dos sucos de néctares, será necessário a adição de água ao processo, e ela será utilizada também na lavagem das frutas, com isso foi calculado através dos balanços a quantidade de água básica utilizada durante um dia, mostrada na tabela 68.

**Tabela 68 - Quantidade de água em litros**

Água	
Produções	Litros/h
Laranja	1624,86
Maçã	201,81
Limão	258,37
Total água /h	2085,04
Total água/dia	50041,027

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Para a indústria, será construído inicialmente um poço artesiano, que cobrirá todas as demandas de consumo necessárias dentro da empresa, seu preço de custo está disposto na tabela 69.

**Tabela 69 - Custo poço artesiano**

Poço Artesiano			
Poço Artesiano	Valor	Quantidade	Total
	R\$45.000,00	1	R\$ 45.000,00

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Outra despesa variável, será o uso de cavacos usado na caldeira de biomassa, os quais são pedaços de madeira obtidos de toras, sobras industriais ou serrarias, onde possa ser reciclado, assim gerando uma energia limpa ao processo (BENEX, 2021).

O valor encontrado para o cavaco e seu gasto anual estão dispostos na tabela 70.

**Tabela 70 - Custos para o cavaco**

Quantidade	kg/dia	kg/ano	t/ano	Preço	Total anual
315780,52	7578732,49	2728343699,65	2728343,69	R\$ 80,00	R\$ 218.267.495,97

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

#### 12.2.4 Venda

Para os cálculos de valor vendido dos sucos prontos, precisou-se utilizar a quantia de suco gerada por dia, e a partir de pesquisas feitas, estipulou-se os valores médios de venda por litro, caso a empresa alcançasse seu potencial máximo de produção, chegando assim ao valor final de vendas anuais de cada tipo de suco. Os valores de venda são mostrados na tabela 71.

**Tabela 71 - Venda por ano**

Venda dos Produtos INBF	Quantia (kg/h)	L/d	L/ano	Preço por litro	Total anual
Suco de laranja integral	12998,84	262161,53	94378149,45	R\$4,00	R\$ 377.512.597,80
Suco de laranja Néctar	9424,16	190067,11	68424158,35	R\$2,00	R\$ 136.848.316,70
Fermentado de laranja	13660,72	246509,31	88743351,90	R\$8,00	R\$ 709.946.815,22
Suco de maçã integral	8072,56	187189,78	67388321,95	R\$5,00	R\$ 336.941.609,75
Suco de maçã néctar	5045,35	116993,61	42117701,22	R\$3,00	R\$ 126.353.103,65
Fermentado de maçã	8484,33	175659,10	63237276,83	R\$9,00	R\$ 569.135.491,49
Suco integral de limão	7751,21	191782,41	69041668,64	R\$3,00	R\$ 207.125.005,93
Suco de limão néctar	6459,34	159818,68	57534723,87	R\$2,00	R\$ 115.069.447,74
<b>Total</b>					<b>R\$2.578.932.388,28</b>

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

A partir do valor de venda total, foi calculado porcentagens diferentes anuais, para os três primeiros anos considerou-se 20% de perca durante a fabricação, nos primeiros anos por estar em etapa de adaptação da empresa, podendo surgir imprevistos, e depois por conta de paradas periódicas, manutenções e eventualidades, ainda no 1º ano considerou-se metade da produtividade, visto que como falado anteriormente, haverá um semestre para construção e nesse período não será possível a geração dos produtos. Além disso, a I.N.B.F. em seus primeiros anos opera-se com 80% de sua capacidade produtiva, já a partir do quarto ano, visamos a estabilidade da empresa e assim aumentamos a produtividade para 90% de sua capacidade total. Os dados da venda dos sucos estão dispostos na tabela 72 a seguir.

**Tabela 72 -Custo de venda por ano dos sucos e sub produtos**

Venda	
Soma total com uma produtividade teórica de 100%	R\$2.578.932.388,28
1º ano	R\$1.031.572.955,31
2º ano	R\$ 1.650.516.728,50
3º ano	R\$ 2.063.145.910,63
A partir do 4º ano	R\$ 2.321.039.149,45

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

### 12.2.5 Subproduto

A I.N.B.F., por ser uma indústria que trabalha com sucos, acaba sendo gerado uma quantia alta de bagaços provenientes das frutas, pensando nisso, e em formas

de dar a destinação adequada sem afetar o meio ambiente, a empresa venderá o bagaço para a criação de insumos em fazendas da região que aproveitem como forma de adubagem para as plantações ou auxiliie na produção de ração para animais de grande porte. A tabela 73 a seguir, mostra os valores encontrados para venda desses subprodutos.

**Tabela 73 - Custo de venda subproduto**

Venda subproduto	kg/dia	kg/ano	t/ano	Preço por t	Total anual
Laranja	1668927,80	600814011,59	600814,01	R\$ 210,00	R\$ 126.170.942,43
Limão	663586,797	238891247,27	238891,24	R\$ 210,00	R\$ 50.167.161,93
Maçã	501399,241	180503726,76	180503,72	R\$ 480,00	R\$ 86.641.788,85
<b>Total</b>					<b>R\$ 262.979.893,21</b>

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Assim com a venda, é considerado uma perca que não há aproveitamento, seguindo o mesmo esquema anterior em suas porcentagens de perca, dispostos na tabela 74.

**Tabela 74 - Custo de venda por ano subproduto**

Venda	
Soma total	R\$ 262.979.893,21
1º ano	R\$105.191.957,28
2º ano	R\$ 189.345.523,11
3º ano	R\$210.383.914,57
A partir do 4º ano	R\$ 236.681.903,89

**Fonte: Autoria Própria (2023)**

### 12.3 Depreciação

Depreciação pode ser caracterizada pela perda de valor de equipamentos e construção de uma empresa, a uma taxa específica, seja pelo desgaste natural, ação de terceiros ou qualquer outra eventualidade (SEBRAE, 2019). A Tabela 75 apresenta os valores de depreciação da I.N.B.F. com as taxas referentes ao estimado pela Receita Federal.

Sendo assim, a depreciação anual da empresa atingirá R\$ 8.599.212,48.

**Tabela 75 - Depreciação anual**

	Valor	Taxa	Depreciação
Equipamentos	R\$ 36.520.288,25	20%	R\$ 7.304.057,65
Construções	R\$ 32.378.870,80	4%	R\$ 1.295.154,83
<b>Total</b>			<b>R\$ 8.599.212,48</b>

Fonte: Autoria própria (2023).

## 12.4 Capital de Giro

Define-se como capital de giro o dinheiro necessário para a empresa operar por um determinado tempo sem interrupções (ALMEIDA; AUGUSTINI, 2020). Esse valor abrange os valores fixos e variáveis para a instituição funcionar por pelo menos cinco meses. Com isso, determinou-se que o capital de giro será de aproximadamente R\$ 116.456.576,92 e o investimento inicial total ficará em torno de R\$ 615.066.324,66.

## 12.5 Custo Financeiro

Nos custos financeiros estão contidos os valores e condições dos empréstimos realizados e seus juros. Como o investimento inicial será de mais de R\$ 615 milhões, um financiamento é imprescindível para a abertura da I.N.B.F., que será feito 100% financiado por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), como uma taxa de juros anual de 12,35% e carência de doze meses, por um período de cinco anos. O modelo de financiamento escolhido foi o SAC (Sistema de Amortização Constante), que à longo prazo apresenta melhor resultado, pois como o próprio nome já diz, garante uma amortização constante e conseqüentemente um menor valor de juros a ser pago nos anos seguintes ao empréstimo.

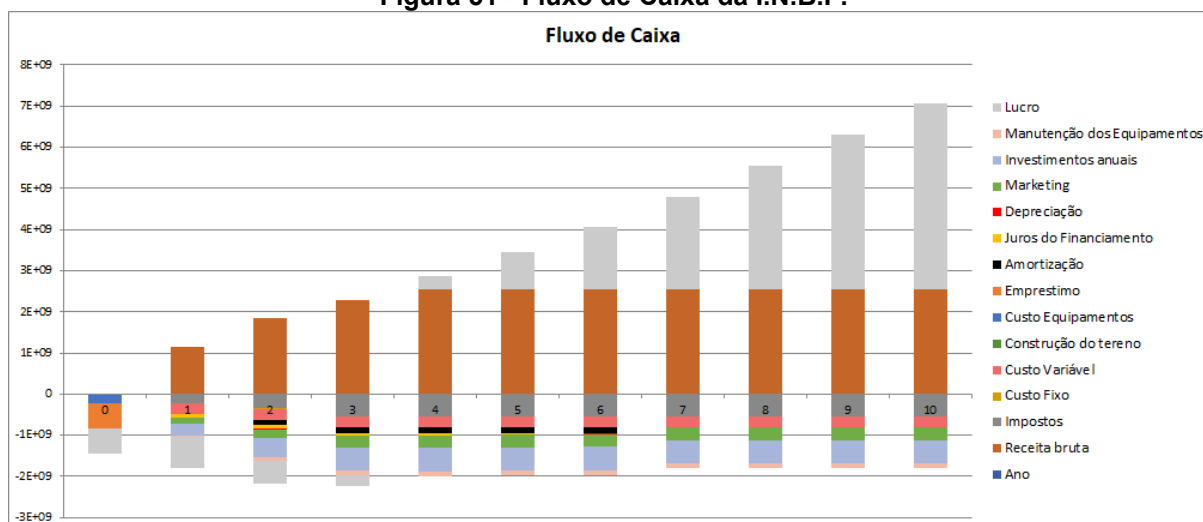
A Tabela 76 contém de forma detalhada as despesas financeiras nesses cinco anos de financiamento.

**Tabela 76 - Custos Financeiros ao longo dos anos**

Período	Parcela	Juros	Amortização	Saldo Devedor
0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 615.066.324,66
1	R\$ 0,00	R\$ 75.960.691,10	R\$ 0,00	R\$ 691.027.015,76
2	R\$ 223.547.239,60	R\$ 85.341.836,45	R\$ 138.205.403,15	R\$ 552.821.612,61
3	R\$ 206.478.872,31	R\$ 68.273.469,16	R\$ 138.205.403,15	R\$ 414.616.209,45
4	R\$ 189.410.505,02	R\$ 51.205.101,87	R\$ 138.205.403,15	R\$ 276.410.806,30
5	R\$ 172.342.137,73	R\$ 34.136.734,58	R\$ 138.205.403,15	R\$ 138.205.403,15
6	R\$ 155.273.770,44	R\$ 17.068.367,29	R\$ 138.205.403,15	R\$ 0,00

Fonte: Autoria própria (2023).

Já o fluxo de caixa da empresa pode ser representado graficamente como mostra a Figura 51, em que se contém os gastos (custos com energia, compra de matéria prima e manutenção de equipamentos), investimentos (investimentos em tecnologia, marketing etc.) e lucro da I.N.B.F. em dez anos.

**Figura 51 - Fluxo de Caixa da I.N.B.F.**

Fonte: Autoria própria (2023).

Observando o gráfico é possível perceber que a empresa terá receita constante a partir do seu quarto ano e a após seu décimo ano apresentará um lucro líquido de aproximadamente R\$ 4.492.822.544,60.

## 12.6 Taxa Interna de Retorno

A TIR (Taxa interna de Retorno) diz respeito à taxa que uma indústria ou investimento tem de retorno (ALMEIDA; AUGUSTINI, 2020). A empresa terá uma TIR de 34,93% ao ano, calculado em um período de dez anos.

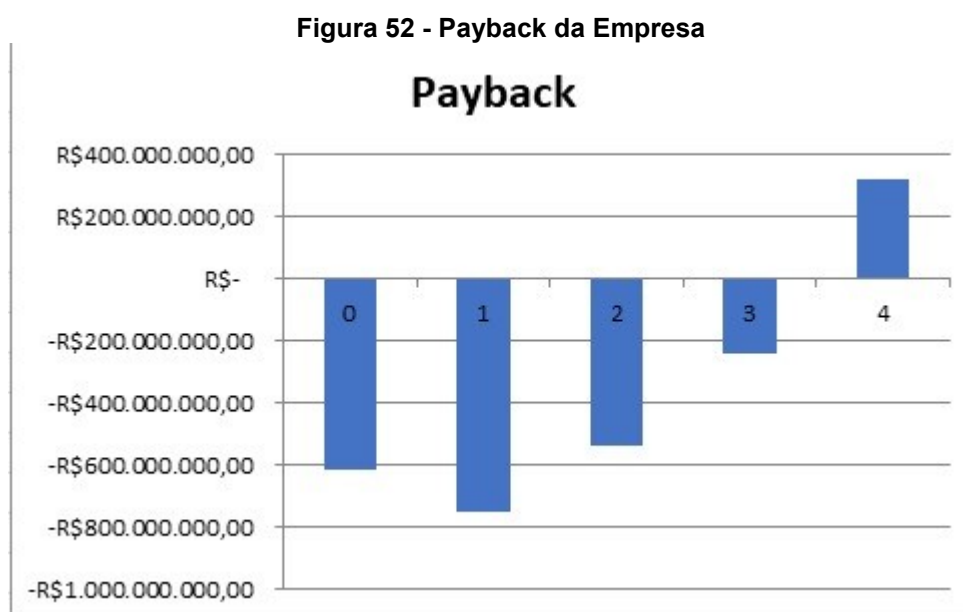
Já a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) representa a taxa mínima que um empreendimento deve ter para ser lucrativo, e essa porcentagem adotada foi de 20%, considerando-se que se trata de um investimento de alto valor e risco.

Como a TIR apresenta uma diferença de 14,93% em relação à TMA, conclui-se que a empresa apresenta uma ótima viabilidade e potencial de lucro.

De posse dessas taxas encontrou-se o VPL (Valor Presente Líquido) da I.N.B.F., que considera o somatório da entrada e saída do fluxo de caixa nesses dez anos, resultando em um valor de R\$ 1.074.259.304,33.

## 12.7 Payback

O payback é o tempo necessário para que se pague o investimento inicial de um projeto. Na Figura 52 está representado o gráfico do payback da indústria, considerando sua receita bruta e seu lucro ao longo dos anos.



Fonte: Autoria própria (2023).

No gráfico fica evidente que a empresa pagará seu investimento no terceiro para o quarto ano, alcançando uma lucratividade bilionária no seu sexto ano de funcionamento. Esses dados detalhados são observados no Anexo A, em que está o fluxo de caixa da empresa.



## 12.8 Ponto de Equilíbrio

O ponto de equilíbrio indica em forma de porcentagem o quanto uma empresa deve produzir e vender para pagar seus custos fixos e variáveis. O conhecimento desse dado é de suma importância para a indústria operar de forma segura.

A I.N.B.F. apresenta para seu primeiro ano de funcionamento, em que terá o menor valor de faturamento por operar por apenas seis meses e com 80% de sua capacidade, e apresenta um ponto de equilíbrio de 26%. Já em seu segundo ano, considerando um funcionamento total de 80% de sua capacidade o ponto de equilíbrio será de 23% e a partir de seu terceiro ano, conseguindo atingir uma produção de 90% de sua capacidade, esse ponto ficará em 27%.

## 13 CONCLUSÃO

A I.N.B.F. surgiu pela necessidade de atender um público que visa uma forma de vida mais saudável com qualidade na alimentação. Deste modo, por meio de estudos, foi possível apresentar o projeto de instalação da empresa, a qual terá localidade em Limeira – SP.

Considerando que o mercado interno e externo de sucos prontos para beber está em expansão e com perspectivas de crescimento significativas para os próximos anos, é possível concluir que a produção de sucos integrais, néctar e probiótico pode constituir uma interessante alternativa de investimento.

Sendo assim, conclui-se que a I.N.B.F., busca atender em torno de 30% do consumo de bebidas naturais dos próximos anos, utilizando 184 mil quilos de matéria-prima por hora, produzindo assim cerca de 65 mil quilos de bebida, equivalente a 71 mil litros de bebida por hora e 613 milhões de litros de bebida por ano, correspondente há porcentagem de 50% de suco de laranja, subdivido em 40% de suco integral, 20% de suco néctar e 40% de suco probiótico de laranja, os outros 50% estão divididos em 30% para o suco de maçã, apresentando a mesma subdivisão do suco de laranja e 20% restante para o suco de limão, em que 60% correspondem ao suco integral e 40% ao suco néctar.

É válido salientar, que a I.N.B.F., surgirá no mercado como uma empresa B2B (*business-to-business*), com a inovação de sucos probióticos produzidos em alta escala no Brasil, sendo uma empresa de grande porte, revelou-se então a oportunidade da implementação da integração energética no processo. Como a implementação da integração energética, foi possível obter uma economia energética de 79,23% ao todo, sendo 83,6% no processo do suco de laranja, 75,4% no processo do suco de limão e de 78,7% no processo do suco de maçã, totalização assim um gasto total de R\$ 1.283.966,21 de energia elétrica por ano.

E com a análise econômica, pode-se observar a alta viabilidade na implantação da indústria. O capital de giro será de R\$ 116.456.576,92, com um valor total a ser investido de R\$ 615.066.324,66, o qual a indústria terá um retorno positivo após 3 anos desde o investimento, garantindo de forma segura e rápida o sucesso da empresa. E se comprovou a viabilidade desse projeto pois quando se compara a TIR e a TMA, a TIR foi de 14,93% a mais que a TMA.

## REFERÊNCIAS

ABIR – Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas. (n.d). **Dados**. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/bebidas/suco-ou-sumo/> Acesso: 18 set. 2022.

ABLV (Associação Brasileira da Indústria de Lácteos Longa Vida) **Relatório Anual**, 2021. Disponível em: <https://ablv.org.br/wp-content/uploads/2022/05/ABLV-Relatorio-Anual-2021s.pdf> Acesso em: 26 set. 2022.

ALMEIDA; AUGUSTINI, **Análise de Viabilidade de Projetos**, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://amz.onl/8VAp3Kf>. Acesso em: 11 maio. 2023.

BAMPIDIS, V. A.; ROBINSON, P. H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 128, p. 175-217, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840105004293>. Acesso em: 26 set. 2022.

BENEX. Benex, Beneficiamento Têxtil, Indaial, 2021. Disponível em: <https://www.benex.com.br/noticia/por-que-usamos-o-cavaco-de-madeira#:~:text=S%C3%A3o%20peda%C3%A7os%20de%20madeira%20obtidos,renov%C3%A1vel%20na%20alimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20caldeiras>. Acesso em: 02 maio. 2023.

BERMO. **BW60M – Trocador de Calor de Placas Semi-Soldado**. Disponível em: <http://www.etaltecnologia.com.br/equipamentos-detalle.php?id=80>. Acesso em: 27 de maio. 2023.

BINNS, NINO. **ILSI EUROPE CONCISE MONOGRAPH SERIES: Probiotics, prebiotics and the gut microbiota**. Berlim: ILSI Europeu a.i.s.b.l., 2013. Disponível em: <http://ilsi.org/europe/wp-content/uploads/sites/3/2016/05/Prebiotics-Probiotics.pdf> Acesso em 15 de set. de 2022.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 62**, de 26 de agosto de 2003. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=75773>. Acesso em: 26 set. 2022.

BRASIL. **Lei Complementar 405/07 de 19 de dezembro de 2007**. Incentivos Fiscais da Prefeitura Municipal de Limeira. Limeira: Câmara Municipal, 2007. Disponível em: [https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple\\_hotsite.php?id=23&simple=75#:~:text=Podem%20se%20beneficiar%20da%20LC%20405%2F07%3A&text=as%20empresas%20que%20venham%20a,de%20no%20m%C3%ADnimo%20cinco%20empregos](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=23&simple=75#:~:text=Podem%20se%20beneficiar%20da%20LC%20405%2F07%3A&text=as%20empresas%20que%20venham%20a,de%20no%20m%C3%ADnimo%20cinco%20empregos). Acesso em: 18 set 2022.

BUENO, B. O e ANDRADE, H.S.A. **Produção de suco de laranja concentrado: um estudo em Curitiba**. 2016. Trabalho de conclusão de curso Centro Estadual de Educação Profissional, Curitiba, 2016. Disponível em: <http://www.ceepcuritiba.com.br/wp-content/uploads/2019/05/Producao-de-suco-de-laranja-concentrado.pdf>. Acesso em: 10 out 2022.

CARACTERIZAÇÃO, Mercado consumidor de sucos prontos para o consumo. **Brazilian Journal of Food Technology**. 27 fev. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/Rw5HyzJZhTdfFv4H8TBjsjk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2022.

CARMO, M. C. L.; DANTAS, M. I. S.; RIBEIRO, S. M. R. **Caracterização do mercado consumidor de sucos prontos para consumo**. Brazilian Journal of Food Technology, Fev 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/Rw5HyzJZhTdfFv4H8TBjsjk/?format=pdf&lang=pt#:~:text=Sabor%2C%20qualidade%20e%20validade%20foram,%25%20e%2044%25%2C%20respectivamente>. Acesso em: 18 set. 2022.

Ciência do Leite Leite. **Leite Fermentado Yakult**, ago. 2015. Disponível em: <https://cienciadoleite.com.br/noticia/3393/leite-fermentado-yakult> Acesso em: 26 set. 2022.

CISOL BRASIL, Processo de Produção. **Cisol**. Disponível em: <https://cisol.com/processo-de-producao>. Acesso em: 11 out. 2022.

CITRUS BR. **Citrus Br**. Disponível em: <https://citrusbr.com/> Acesso em: 11 out. 2022.

CORDÁS, K. A História do Limão. **Diga-me o que comes...**, São Paulo, 30 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.comes.com.br/post/a-hist%C3%B3ria-do-lim%C3%A3o>. Acesso em: 14 set. 2022.

CORRÊA NETO, Randolpho da Silva. **Fatores que influem na qualidade do suco de laranja**. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 1, n. 19, abr. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/W8XvNpyRxdY8fwNNFr6WXd/>. Acessado em 15 set. 2022.

ETAL TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **PASTEURIZADORES PARA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**. Disponível em: <http://www.etaltecnologia.com.br/equipamentos-detalhe.php?id=80>. Acesso em: 25 de maio. 2023.

FLOTTWEG Separation Technology. **Flottweg**, Alemanha, 2021. Disponível em: [https://www.flottweg.com/fileadmin/user\\_upload/data/pdf-downloads/Separator-PTB.pdf](https://www.flottweg.com/fileadmin/user_upload/data/pdf-downloads/Separator-PTB.pdf). Acesso em: 13 maio. 2023.

Food Connection. **Raio-x do Mercado de Sucos**. 23 jan. 2017. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/tecnologia/raio-x-do-mercado-de-sucos>. Acesso em: 19 set. 2022.

Gazeta Online. **A final, é suco, néctar ou refresco? Entenda**. 24 set. 2017. Disponível em: [https://www.gazetaonline.com.br/bem\\_estar\\_e\\_saude/2017/09/afinal-e-suco-nectar-ou-refresco-entenda-1014101135.html](https://www.gazetaonline.com.br/bem_estar_e_saude/2017/09/afinal-e-suco-nectar-ou-refresco-entenda-1014101135.html). Acesso em: 25 nov. 2022.

Grand View Search. Fruit And Vegetable Juice Market Size, **Share & Trends Analysis Report By Product (Fruit, Vegetable Juices), By Distribution Channel (Supermarkets/Hypermarkets, Online), By Region, And Segment Forecasts**,

**2022–2030**, 2021. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/fruit-vegetable-juice-market>. Acesso em: 18 set. 2022.

Grand View Search. Probiotic Drink Market Size, **Share & Trends Analysis Report By Product (Dairy-based, Plant-based), By Distribution Channel (Offline, Online), By Region, And Segment Forecasts, 2020 - 2027**, 2019. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/probiotic-drink-market>. Acesso em: 25 set. 2022.

GOMES, A. M. P. e MALCATA F. X. **Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. Trends in Food Science and Technology**. v. 10, p. 139-157, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224499000333>. Acesso em: 14 set. 2022.

GUMP, B. H. (editor) e PRUETT, D. J. (editor associado). **Beer and wine production: analysis, characterization, and technological advances**. Washington: American Chemical Society, 275 p., 1993. Disponível em: <https://lib.ugent.be/en/catalog/rug01:000316136>. Acesso em: 20 set. 2022,

GUT, J.A.W. **Modelagem matemática e validação experimental da pasteurização de alimentos líquidos em trocadores de calor a placas**. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

INVESTING. **Investing, Dólar Americano Real Brasileiro**, Madrid, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/currencies/usd-brl>. Acesso em: 02 maio. 2023.

INVESTSP – Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. **Mercado de sucos cresce no Brasil e ganha força nos supermercados**. 02 mar. 2021. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/mercado-de-sucos-cresce-no-brasil-e-ganha-forca-nos-supermercados/> Acesso em: 18 set. 2022.

ITSARANUWAT, P.; AL-HADDAD, K. S. H.; ROBINSON, R. K. **The potential therapeutic benefits of consuming 'health-promoting' fermented dairy products: a brief update. International Journal of Dairy Technology**. v. 56, n. 4, p. 203- 210, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/hcCt9F8vtkqJ3znYHPHNPyy/?lang=en>. Acesso em: 16 set. 2022.

JBT Tecnologia para Processamento. **JBT**, Araraquara, 2021. Disponível em: [https://www.jbtc.com/foodtech/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/Fruit\\_Vegetable-Products\\_WP-A001-PT.pdf](https://www.jbtc.com/foodtech/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/Fruit_Vegetable-Products_WP-A001-PT.pdf). Acesso em: 13 maio. 2023.

KNORR, D. Technology aspects related to microorganisms in functional foods. **Trends in Food Science and Technology**. v. 9, p. 295-306, 1998.

LAZZAROTTO, J. J.; ZANUS, M. C.; GIRARDI, C. L.; TAFFAREL, J. C.; MONTEIRO, R.; BEN, R. L. **Sidra com padrão tecnológico diferenciado: uma avaliação junto**

**ao setor produtivo da maçã brasileira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho.** 2012, 20 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 91).

LEROY, F. e De VUYST, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 2, p. 67-78, 2004.

LIMA, Fabiano. **Vialbilidade Econômica e Financeira de Projetos**, Volta Redonda, 2019. Disponível em: [http://www2.ugb.edu.br/Arquivossite/Editora/pdfdoc/E-BOOK-VIABILIDADE\\_ECONOMICA.pdf](http://www2.ugb.edu.br/Arquivossite/Editora/pdfdoc/E-BOOK-VIABILIDADE_ECONOMICA.pdf). Acesso em: 11 maio. 2023.

MATTA, V. M.; FREIRE JÚNIOR, M.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de fruta congelada**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p. (Coleção Agroindústria Familiar). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/114308>. Acesso em: 10 set. 2022.

MENDONÇA, L. M. V. L. **Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (Citrus latifolia Tanaka)**. Tese (Livre Docência). Laboratório de Bromatologia e Água, Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/X3SdYWY7qPh6MNzBZfk9zjL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 set. 2022.

Mordor Intelligence. **Mercado de Suco de Frutas e Vegetais – Crescimento, Tendências, Impacto do COVID-19 e Previsões (2022-2027)**, 2021. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/fruit-and-vegetable-juice-market-industry#:~:text=O%20mercado%20global%20de%20suco%20de%20frutas%20e%20vegetais%20dever%C3%A1,aos%20benef%C3%ADcios%20para%20a%20sa%C3%BAde>. Acesso em: 18 set. 2022.

MORETTI, C. L. **Processo de produção. In: Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: hortaliças minimamente processadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças: SEBRAE, 2003. 133 p. il. (Série Agronegócios). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/415610/hortaliças-minimamente-processadas>. Acesso em 27 set. 2022.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

ORANGE BOOK, Fruit Processing. **Tetra Pak**. Disponível em: <https://orangebook.tetrapak.com/chapter/fruit-processing>. Acesso em: 10 out. 2022.

ORIENTAÇÕES MÉDICAS, Sucos e Sabores. **Clínica MonPetit**. 27 jun. 2016. Disponível em: <https://clinicamonpetit.com.br/orientacoes-medicas/nutrologia/sucos-e-sabores/>. Acesso em: Acesso em: 01 out. 2022.

PATRICIA PINERO CORREDOR, M. Maracujá: origem, tipos e características. **Melhor Com Saúde**, Salamanca, 26 de maio de 2022. Disponível em: <https://melhorcomsaude.com.br/maracuja/>. Acesso em: 14 set. 2022.

PEPINO, L. Principais Benefícios dos Sucos Naturais. **Clínica Luciana Pepino**. Disponível em: <https://www.lucianapepino.com.br/blog/beneficios-sucos-naturais/>. Acesso em: 01 out. 2022.

PLANO MUNICIPAL, Recursos Hídricos. **Prefeitura Municipal de Limeira**. Disponível em: <http://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/downloads/c1a482201c199a0a0809b67dd0ad1dac.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.

PRODUÇÃO de laranjas: Brasil é líder nesse negócio. **CropLife Brasil**, São Paulo, 12 de agosto de 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/producao-de-laranjas-brasil-e-lider-nesse-negocio/>. Acesso em: 14 set. 2022.

PRODUTOS, Finisher. **Centenário**. Disponível em: [www.oicentenario.com.br/produtos/finisher/](http://www.oicentenario.com.br/produtos/finisher/) Acesso em: 12 de out de 2022.

PROGRAMA, Cidades Sustentáveis. **Cidades Sustentáveis**. Disponível em: [www.cidadessustentaveis.org.br/painelIndicadoresCidade/detalhes/3571](http://www.cidadessustentaveis.org.br/painelIndicadoresCidade/detalhes/3571). Acesso em: 18 set. 2022.

RIZZON, L. A, BERNARDI, J. e MIELE A. **Características Analíticas dos Sucos de Maçã Gala, Golden Delicious e Fuji**. SCIELO, Campinas, SP, out – dez, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/hJD6P5Ltbys6bp449gYWb7G/?lang=pt>. Acesso em: 24 set. 2022.

Revista Laticínios. **Pioneirismo em probiótico**. n.113, p. 7-10, mar/abr, 2015. Disponível em: <https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/tl/artigos/artigo-qualidade-microbiologica-de-sorvetes.pdf> Acesso em: 26 set. 2022.

RODRIGUES, J. Um sepulcro grande, amplo e fundo: saúde alimentar no Atlântico, séculos XVI ao XVIII. **Revista de História**, [S. l.], n. 168, p. 323-350, 2013. DOI: 10.11606/issn.2316-9141.v0i168p323-350. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revhistoria/article/view/59415>. Acesso em: 15 set. 2022.

SEBRAE. **Viabilidade de negócios**, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/TO/Anexos/Viabilidade%20de%20Neg%C3%B3cios.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2023.

SUCOLARA. **Produtos alimentícios**, Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prfruta/sucolara/arm.htm>. Acesso em: 12 maio. 2023.

SUCOS Industrializados e Outras Bebidas Não Carbonatadas. **ABIR**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://ital.agricultura.sp.gov.br/sucos/>. Acesso em: 14 de set.

TETRA PAK. **The Orange book**. 1998

VARNAM, A. H. e SUTHERLAND, J. P. **Beverages – technology, chemistry and microbiology**. Maryland: **Aspen Publishers, Inc.**, 464 p., 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/hJD6P5Ltbys6bp449gYWb7G/?lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2022.

VIANA, F. L. E. **Indústria de Bebidas não Alcoólicas**. Caderno Setorial ETENE, Jul 2018. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1022/1/2018\\_CDS\\_36.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1022/1/2018_CDS_36.pdf) Acesso em: 19 set. 2022.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2014. (Série Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1). Disponível em: [https://www.academia.edu/39149408/Introdu%C3%A7%C3%A3o\\_%C3%A0\\_qualidade\\_das\\_%C3%A1guas\\_e\\_ao\\_tratamento\\_de\\_esgotos](https://www.academia.edu/39149408/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_qualidade_das_%C3%A1guas_e_ao_tratamento_de_esgotos). Acesso em 18 set. 2022.



## APÊNDICE

**APÊNDICE A – BASE DE CÁLCULOS FINANCEIRO**

Tabela 77 – Base de cálculo financeiro

Ano	Receita bruta	Impostos	Custo Fixo	Custo Variável	instrução do ter	Custo Equi.	Emprestimo
0	R\$ -	R\$ -					-R\$ 615.066.325
1	R\$ 1.136.764.913	-R\$ 212.006.656	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	-R\$ 32.378.871	-R\$ 186.735.092	R\$ -
2	R\$ 1.839.862.252	-R\$ 343.134.310	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3	R\$ 2.273.529.825	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
4	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
5	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
6	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
7	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
8	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
9	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -
10	R\$ 2.557.721.053	-R\$ 530.016.640	-R\$ 11.810.929	-R\$ 267.684.856	R\$ -	R\$ -	R\$ -

Fonte: Autoria própria (2023).

Tabela 78 - Base de cálculo financeiro

Amortização	uros do Financi	ção dos Equip.	Investimentos	Marketing	Depreciação	Lucro
R\$ -	R\$ -	-	-		R\$ -	-R\$ 615.066.325
R\$ -	-R\$ 75.960.691	-R\$ 56.838.246	-R\$ 284.191.228	-R\$ 136.411.790	-R\$ 8.599.212	-R\$ 750.918.983
-R\$ 138.205.403	-R\$ 85.341.836	-R\$ 91.993.113	-R\$ 459.965.563	-R\$ 220.783.470	-R\$ 8.599.212	-R\$ 538.575.424
-R\$ 138.205.403	-R\$ 68.273.469	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 272.823.579	-R\$ 8.599.212	-R\$ 244.518.635
-R\$ 138.205.403	-R\$ 51.205.102	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 316.694.802
-R\$ 138.205.403	-R\$ 34.136.735	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 894.976.606
-R\$ 138.205.403	-R\$ 17.068.367	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 1.490.326.777
R\$ -	R\$ -	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 2.240.950.719
R\$ -	R\$ -	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 2.991.574.661
R\$ -	R\$ -	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 3.742.198.603
R\$ -	R\$ -	-R\$ 113.676.491	-R\$ 568.382.456	-R\$ 306.926.526	-R\$ 8.599.212	R\$ 4.492.822.545

Fonte Autoria própria (2023).